परमाणु

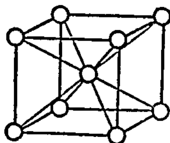
ATOMS
WORK LIKE THIS

परमाणु

ATOMS
WORK LIKE THIS

John Roland
B Sc, F R S A

लेखक
जॉन रोलैंड
बी एससी, एफ आर एस ए



चित्रकार
चार्ल्स ग्रीन

अनुवादक
एम शर्मा

अलकार प्रकाशन
666, झील, दिल्ली-110051

दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा मंत्रालय के तत्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महंगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीद कर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार प्रकाशकों को या तो वित्तीय सहायता प्रदान करती है अथवा निश्चित संख्या में प्रकाशित पुस्तकों की प्रतियाँ खरीद कर उन्हें मदद पहुँचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापीराइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा निर्मित शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि शासन और प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान विज्ञान से सम्बन्धित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

आशा है यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

ए चन्द्रहासन

निदेशक

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय
शिक्षा मंत्रालय

Hindi translation of 'ATOMS WORK LIKE THIS'

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मत्रालय) भारत सरकार के सहयोग से कार्यान्वित लोकप्रिय पुस्तकों की प्रकाशन-योजना' के अतर्गत स्वीकृत एव कैपिटल बुक हाउस दिल्ली के निमित्त अलकार प्रकाशन से प्रकाशित

मूल्य
पचास रुपये (50 00)

सस्करण
दूसरा 1990

प्रकाशक
अलकार प्रकाशन
666 झील दिल्ली-110051

मुद्रक
कावेरी प्रिन्टर्स प्रा० लि०, नई दिल्ली-110002

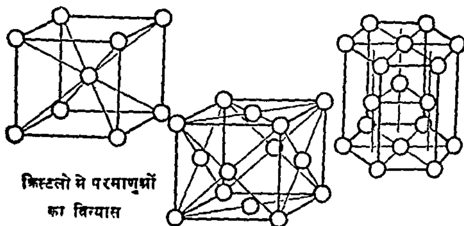
विषय-सूची

6

परमाणु का स्वरूप

आजकल पत्र-पत्रिकाओ मे परमाणु की काफी चर्चा रहती है। इनमे परमाणु शक्ति के प्रयोग मे इजनो को चलाने की सभावना परमाणु बमो की भीषण सहार- शक्ति और कभी-कभी चिकित्सा मे परमाणुओ के प्रयोग के सम्बन्ध मे लेख प्रकाशित होते रहते हैं। लेकिन लेखक आम तौर पर यह मानकर चलते हैं कि पाठको का परमाणु के बारे म पहले ही काफी जानकारी है। इसलिए वह परमाणु के बारे मे बिना कुछ बताए हो सीधे इस बात का वर्णन शुरू कर देते हैं कि परमाणु ऊर्जा किस प्रकार उपलब्ध हो सकती है और उसका किस प्रकार उपयाग किया जा सकता है। वस्तुत इस विषय मे कम लोगो को सही जानकारी होती है। इस पुस्तक का मुख्य उद्देश्य परमाणु के बारे म थोडी-बहुत जानकारी देना और यह बताना है कि किस प्रकार उसका मानव की भलाई के लिए प्रयोग किया जा सकता है।

दो हजार वर्ष से भी अधिक समय से, प्राचीन यूनानियो के काल से परमाणु के बारे मे यह आम धारणा रही है कि परमाणु पदार्थ का वह छोटे से छोटा भाग है जिसका अस्तित्व हो सकता है। यह विश्व किस चीज से बना है ? हम दिन प्रतिदिन जिन चीजो का इस्तेमाल करते हैं वे कैसे बनी हैं ? इन प्रश्नो ने उन्हे अचरज मे डाल दिया। अगर हमारे पास लोहे या सीसे का एक टुकडा हो और हम उसे काट कर दो हिस्से कर दे और फिर इन टुकडो के भी दो-दो हिस्से कर दे और इसी प्रकार तोडने की इस प्रक्रिया को बार-बार दोहराते जाएँ तो क्या कभी इस प्रक्रिया का कही अत होगा ? क्या कभी ऐसी स्थिति आएगी (मान लो हमारे पास धातु के सूक्ष्म से सूक्ष्म टुकडो को देखने के लिए बहुत अधिक शक्तिशाली सूक्ष्म-दर्शी (माइक्रोस्कोप) भी है जब लोहे या सीसे के अति सूक्ष्म टुकडे को और अधिक काटने से वह धातु ही समाप्त हो जाए या धातु की बनावट ही कुछ ऐसी हो कि तोडने की यह प्रक्रिया निरन्तर जारी रह सके।



क्रिस्टलो मे परमाणुओं का विन्यास

यह प्रश्न क्रिस्टलो के अस्तित्व के कारण उठा। हम हजारो वर्षों से इन क्रिस्टलो से परिचित है। क्रिस्टलीय पदाथ वे पदार्थ होते हैं जिनका एक निश्चित आकार होता है और किसी एक विशेष पदार्थ के क्रिस्टल हमेशा एक ही आकार के होते हैं। इससे यह सकेत मिला कि सभवत ठोस पदार्थों की रचना छोटे-छोटे कणो के समूह से मिलकर होती है और किसी क्रिस्टल मे ये कण किसी विशेष डिजायन के अनुसार निहित होते हैं।

यूनानी विचारको का कहना था कि अगर किसी ठोस पदाथ के टुकडो को क्रमश अधिकाधिक छोटे टुकडो म विभाजित करते जाएँ तो अत मे एक ऐसी स्थिति आ जाएगी जब उन टुकडो को और अधिक तोडने से या तो वह पदाथ पूरी तरह से बदल जाएगा या नष्ट हो जाएगा। ये अतिसूक्ष्म कण ही लोह या सीसे के परमाणु हैं।

इसके सकडो वर्षों बाद ही परमाणु की समस्या को ठीक से समझा जा सका। अठारहवी सदी मे माचेस्टर के डाल्टन नामक एक रसायनज्ञ ने पहले-पहल यह बताया कि दुनिया के थोडे-से पदार्थों के, जिन्हे तत्त्व' (Element) कहते हैं, परमाणुओ से ही विश्व की सभी वस्तुओ की रचना हुई है। डाल्टन ने इस बात का और अधिक स्पष्ट करते हुए बताया कि केवल लोहा या सीसा ही नही अपितु लकडी और कागज, कपडा और

चमडा भी परमाणुओ से बने हैं। डाल्टन का परमाणु-सिद्धात जिसे आज भी स्कूलों मे पढाया जाता है यह दिखाता है कि कुछ तत्त्वो के परमाणु मिलकर 'अणु' (Molecule) भी बना सकते हैं। इ हे यौगिक परमाणु (Compound Atom) कह सकते हैं। ये परमाणु जिस प्रकार मिलते हैं उनकी सख्या के अनुपात और उनके मिलने के ढग के कारण विश्व के उन करोडो पदार्थों की रचना होती है जिनके सपर्क मे हम दिन-प्रतिदिन आते हैं।

परमाणु के बारे मे प्राचीन मान्यता

डाल्टन ने इस सिद्धात की विस्तृत रूपरेखा प्रस्तुत की और शीघ्र ही अन्य रसायनज्ञो ने इसकी अन्य बातो का पता लगाया। उदाहरण के तौर पर उन्होने बताया कि विश्व के सभी पदार्थ 92 तत्त्वो से बने हैं। यदि हम विभिन्न प्रकार के 92 पदार्थों की—92 प्रकार की ईंटो के रूप मे कल्पना करे तो हम उनके द्वारा अनेक प्रकार की इमारत—मकान, गिरजाघर, सिनेमाघर—बनाने की भी कल्पना कर सकते हैं।

डाल्टन ने यह भी बताया कि हम इस बात का भी पता लगा सकते हैं कि विभिन्न तत्त्वो के परमाणु किस अनुपात मे मिलते हैं। यदि हम परमाणुओ को द्रव्यो के नियत भार वाले छोटे-छोटे टुकडे मान लें तो हम देखेंगे कि दो या दो से अधिक तत्त्वो से मिल कर बनने वाले किसी यौगिक मे उन तत्त्वो का अनुपात भी नियत होगा। अगर हम हाइड्रोजन के एक परमाणु के लिए H और आक्सीजन के एक परमाणु के लिए O लिखे (जैसा कि रसायनज्ञ करते हैं) तो जब हम यह कहते हैं कि पानी हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है तो यह स्पष्ट ही है कि पानी का रासायनिक सूत्र HO या H_2O अथवा H_3O की तरह ही कुछ होगा। हम जानते हैं कि पानी का सूत्र

पानी ..... H—O—H

नमक .... Na——Cl

क्लोरोफॉर्म ....

```
      Cl
      |
  H—C—Cl
      |
      Cl
```

अलकोहल ....

```
     H    H
     |    |
  H—C—C—O—H
     |    |
     H    H
```

H=हाइड्रोजन   O=ऑक्सीजन

Na=सोडियम   Cl=क्लोरीन

C=कार्बन

अणुओं की बनावट

H_2O नियत किया गया था। इसी प्रकार अन्य लाखों पदार्थों के भी सूत्र मालूम किए गए।

इस दिशा में जो प्रगति हुई है यहाँ इसका संक्षिप्त एवं सरल विवरण ही दिया गया है। इन पृष्ठों में सैकड़ों वर्षों के परिश्रम पूर्वक एवं सावधानी से किए गए कार्यों का संक्षिप्त इतिहास दिया है।

इस विवरण को देखने से यह प्रक्रिया जितनी सरल प्रतीत होती है वस्तुत वैसी है नही। लेकिन ऐतिहासिक पृष्ठभूमि के रूप मे परमाणु के सम्बन्ध मे जो आवश्यक बातें थी वे यहाँ बतादी गई हैं।

ध्यान देने योग्य बात यह है कि पहले-पहल परमाणुओ की कल्पना छोटी-छोटी बिलियर्ड की गेंदो के रूप मे की गई थी जिनके अलग-अलग भार थे और जो परस्पर भिन्न-भिन्न स्थानो पर सबद्ध थे। इनमे से हाइड्रोजन गैस के परमाणु सबसे हल्के और यूरेनियम धातु के परमाणु सबसे भारी पाए गए। यूरेनियम के बारे मे इसी पुस्तक मे अधिक विस्तार से आगे चलकर विचार किया जाएगा। इन दोनो तत्त्वो के बीच और भी नव्वे तत्त्व थे जिनमे से कई के बारे मे आपने स्कूल विज्ञान के पाठ्य-क्रम मे पढा होगा। ये गधक, फॉस्फोरस और कार्बन जैसे अधातु पदार्थ, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन आदि गैसे तथा रोजमर्रा के इस्तेमाल की लोहा, चादी और ताबा आदि धातुएँ हैं।

लेकिन अणुओ के बारे मे एक बात विशेष महत्त्व की है और वह यह कि सैकडो वर्षो से वैज्ञानिक यह समझते रहे कि विभिन्न तत्त्वो के परमाणुओ को किसी प्रकार भी बदला नही जा सकता। वस्तुत समझा यह जाता था कि ये तत्त्व इस ससार के निर्माण के लिए मूल सामग्री हैं। इन्हे मिलाकर यौगिक बनाए जा सकते हैं और इन यौगिको को तोडकर पुन तत्त्व प्राप्त किए जा सकते हैं। लेकिन ऐसा समझा जाता था कि सयोजन की प्रक्रिया मे होने वाले इन सभी परिवतनो मे परमाणु मे किसी प्रकार का परिवतन नही होता। आज अधिकाश पुरानी मान्यताएँ बदल चुकी हैं और परमाणु के बारे मे विचारो मे परिवतन के कारण ही वतमान युग को 'परमाणु युग' कहते हैं।

परमाणु भंजक (Atom Smasher)

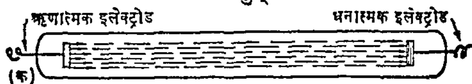
यह बडे आश्चय की वात है कि वैज्ञानिक जिन विचारो को कई शताब्दियो तक मानते आए वे धीरे-धीरे कसे लुप्त हो गए। यहाँ स्वभावत यह प्रश्न उठता है कि वैज्ञानिको को इस बात का कैसे ज्ञान हुआ कि उनकी परमाणु मे परिवर्तन न होने की धारणा पूरी तरह से ठीक नही है। आज-कल हम बडी-बडी परमाणु भट्टियो के बारे मे (जिनका वर्णन आगे किया जाएगा) पढते हैं। इनमे परमाणुओ को तोडा जाता है। इन नवीन खोजो के कारण परमाणु के बारे मे यह पुरानी धारणा, कि वे बिलियर्ड की गेंद के समान होते हैं, समाप्त हो चुकी है।

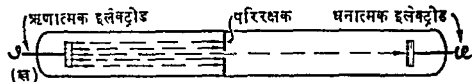
यह बात चाहे कुछ विचित्र ही क्यो न प्रतीत हो किन्तु आरम्भ मे वैज्ञानिको के मन मे गैसो के माध्यम से विद्युत् के चालन (Conduction) के सम्बन्ध मे किए गए कुछ प्रयोगो के कारण यह सदेह पैदा हुआ था। अगर हम काँच की एक नली लें (जैसी चित्र मे दिखाई गई है) जो दोनो ओर से अच्छी तरह बन्द हो और यदि नली के दोनो सिरो से धातु पट्टिकाएँ (जिन्हे सामान्यत इलेक्ट्रोड कहते हैं), प्रविष्ट कराएँ और इन्हे तार द्वारा एक शक्तिशाली बैटरी से जोड दे तो यदि बैटरी मे वोल्टता काफी होगी तो उससे बिजली की छोटी-सी चिनगारी निकलेगी, इस चिनगारी को सामान्यत स्फुलिंग (Spark) कहते हैं। यह स्फुलिंग नली म से होकर एक इलक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड पर पहुँच जाएगा। अगर इस नली मे से लगभग सारी की सारी हवा निकाल दे तो एक ऐसी अवस्था आजाएगी जब स्फुलिंग बिलकुल दिखाई नही देगा।

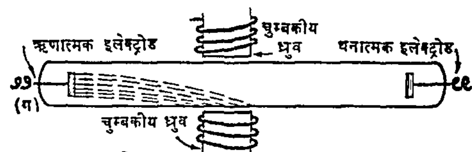
अब इस नली म एक तरह की विसरित चमक फैल जाएगी। सर विलियम क्रुक्स ने आरम्भ मे गैसो मे से विद्युत् विसर्जन के बारे मे काफी अनुसधान किया जिसके आधार पर उसने एक ऐसा सिद्धात स्थिर करने का प्रयास किया जिसके द्वारा नली मे होने वाली प्रक्रिया की व्याख्या की जा सके।

निर्वात (Vacuum) नली म इस अद्भुत दीप्ति (Glow) (और विशिष्ट दाबो पर स्वय नली की दीप्ति का अनोमापन) वास्तव म इस

निर्वात नलियों में विद्युत्-विसर्जन

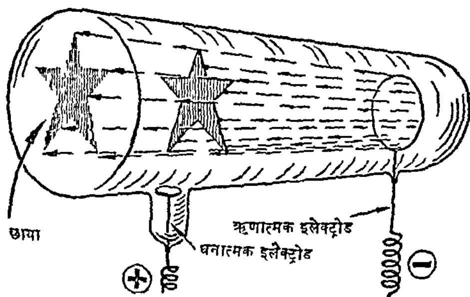






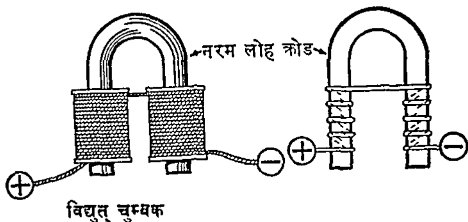
क सामान्य विसजन
ख परिरक्षक द्वारा अवरोधित विसजन
ग चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा प्रभावित विसर्जन

बात म था कि नली मे से विद्युत् धारा उस समय अधिक आसानी से गुजरती था जब उसमें हवा या गैस का लगभग अभाव होता था। इस परिणाम की बिलकुल ही आशा नही की जा सकती थी अगर हम ऐसी कल्पना करें कि कुछ नौकाएँ नदी के प्रवाह के साथ बह रही हो तो यह कल्पना भी नही की जा सकती कि यदि नली का लगभग सारा पानी निकाल दिया जाए तो नौकाएँ पहले से अधिक सुचारु रूप से बहने लगेंगी। लेकिन जब क्रुक्स नली मे हवा भर दी जाए तो यह हवा विद्युत को एक स्फुलिंग के रूप मे ही गुजरने देगी और अब यह विद्युत् धारा नली मे से एक निरंतर एवं अपरिवर्ती प्रवाह के रूप मे नही गुजरेगी। परन्तु यदि नली मे से लगभग सारी हवा निकाल दी जाए तो विद्युत् धारा सतत रूप से और आसानी से गुजरेगी।



अब हमारे सामने यह समस्या इस रूप मे आती है कि निर्वात नली में ऐसी क्या चीज थी जिसके माध्यम से विद्युत् धारा एक सिरे से दूसरे सिरे पर पहुँचती है। क्रुक्स तथा अन्य वैज्ञानिको ने कुछ ऐसे ठोस पदार्थों के कणो की कल्पना की जो एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड की ओर गति कर रहे थे जिनमे से प्रत्येक कण पर किसी न किसी प्रकार कुछ विद्युत् आवेश लगा हुआ था।

इस बात की पुष्टि एक प्रयोग द्वारा हुई, जिसे ऊपर दिए चित्र मे प्रदर्शित किया गया है। काँच की नली के बीच मे एक ठोस विशिष्ट आकार की परिरक्षक प्लेट लगा देने पर दीप्ति रुक जाती थी। इससे स्पष्ट हो गया कि वहाँ ठोस कणो का या प्रकाश की तरह का कोई प्रवाह था जो नली मे से होकर गुजर रहा था। विद्युत् धारा के मार्ग मे धातु की प्लेट लगा देने पर नली के सामने वाले भाग पर छाया प्राप्त हुई जिसके सुस्पष्ट कोने थे इससे यह सिद्ध हो गया कि नली मे से विद्युत् धारा का वहन चाहे कणो द्वारा हो रहा हो अथवा किरणो द्वारा परन्तु ये कण अथवा किरणें सरल रेखा में गति करते हैं।



विद्युत् चुम्बक

इस प्रकार यह प्रथम निष्कर्ष प्राप्त हुआ। इसके बाद यह अनुभव किया गया कि इस समस्या का एक और तरीके से भी अध्ययन किया जा सकता है। जिसे बिजली के बारे मे थोडा-बहुत भी मालूम हो तो वह जानता है कि विद्युत् और चुम्बकत्व मे परस्पर कुछ सम्बन्ध है। अगर लोहे या स्पात के टुकडे पर कुडली की तरह लिपटी हुई तार मे से विद्युत् धारा प्रवाहित की जाए तो लोहे या इस्पात का वह टुकडा चुम्बकित हो जाएगा, इसे 'विद्युत् चुम्बक' (Electromagnet) कहते हैं। और यदि चुम्बक के दो ध्रुवो के बीच एक ऐसी तार रखी जाए जिसमे से विद्युत धारा प्रवाहित हो रही हो तो कुतुबनुमा की सुई की तरह यह भी एक विशिष्ट दिशा मे घूम जाएगी।

इस प्रकार जब वैज्ञानिक, नली मे विद्युत् धारा के इस अद्भुत विसर्जन की समस्या से परेशान हो रहे थे तो उन्होने सोचा कि देखें एक सशक्त चुम्बक को नली के पास रखने से क्या प्रभाव पडता है। चित्र को देखने से इसके परिणाम का पता चलता है। चुम्बकीय आकर्षण ने प्रवाह को दूसरी ओर मोड दिया। इससे निस्सदेह से यह मालूम हो गया कि नली मे दीप्तिमान पदार्थ किरणो के बजाय कोई ठोस द्रव्य था। क्योकि हम किसी प्रकार भी यह कल्पना नही कर सकते कि चुम्बक के द्वारा किरणो को भी कभी प्रभावित किया जा सकता है।

इलेक्ट्रॉनो की खोज

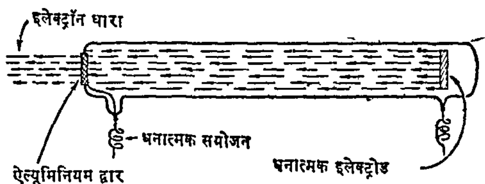
इससे अगली अवस्था को समझना बहुत आसान नहीं है। सभवत इसकी व्याख्या तभी अच्छी तरह की जा सकेगी यदि इसकी तुलना किसी बिलकुल ही भिन्न प्रकार से की जाए। मान लीजिए कि आप फुटबाल खेल रहे हैं और आप भी अग्रपक्ति (फारवर्डो) मे से एक हैं, आप गेंद का विरोधी दल के फुल बैक से आगे निकालने के प्रयास मे उसे अपने कधे से धक्का मारते हैं अब यदि वह हष्ट-पुष्ट और भरी हो और आप दुबले-पतले हो तो स्वाभाविक है कि धक्का देने के बावजूद आप ही पीछे धकेले





जाएँ। इसके विपरीत यदि वह सामान्य कद-काठ का हो तो आप धक्का देकर उसका सतुलन बिगाडने मे सफल हो सकेंगे। यदि इस समस्या पर वैज्ञानिक दृष्टि से विचार किया जाए तो आप अपने भार और वेग तथा अपने विरोधी खिलाडी के भार और वेग के बीच एक प्रकार का सम्बन्ध निकाल सकते हैं। अगर आपको अपना भार और वेग मालूम हो तो आप विरोधी पक्ष के खिलाडी को धक्का देने के बाद जो प्रतिक्रिया हुई अर्थात् उसे धक्का देने पर वह गिर गया या आपको धक्का लगा, इस तथ्य के आधार पर उसका भार और वेग मालूम कर सकते हैं।

चुम्बक की सहायता से कणो का मार्ग बदलने मे वैज्ञानिको ने इसी सिद्धात का आश्रय लिया था। इससे उन्हे पता चला कि विभिन्न सामर्थ्य



इलेक्ट्रोनों का स्रोत

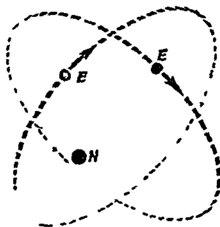
(strength) वाले चुम्बकों का प्रयोग करके इस बात का पता लगाया जा सकता है कि कणो का पथ किस प्रकार बदलता है। और अन्त मे वे धारा मे प्रवाहित होने वाले कणो का भार मालूम करने मे सफल हुए।

इससे कुछ अत्यधिक आश्चर्यजनक परिणाम निकले। एक तो यह कि नली मे चाहे जो भी गैस हो और चाहे जिस किसी भी पदार्थ के इलेक्ट्रोड बने हो परन्तु प्रवाहित होने वाले कणो का भार हमेशा एक समान ही पाया गया और दूसरी बात यह कि इन कणो का भार बहुत थोड़ा होता है जो हाइड्रोजन के परमाणु के भार का 1/1800 होता है।

यह बात काफी आश्चर्य चकित कर देने वाली और बिलकुल ही अप्रत्याशित थी।

यही नन्हा-सा हल्का कण बाद मे इलेक्ट्रान कहलाया। शीघ्र ही सभी वैज्ञानिक इस बात पर सहमत हो गए कि दरअसल जब विद्युत् धारा विसर्जित हुई तो इलेक्ट्रोड के परमाणुओं से कुछ अंश छिटक कर टूट गए और यही टुकड़े जिन पर विद्युत् आवेश था नली मे तीव्र गति से चल रहे थे। यदि नली मे किसी उपयुक्त धातु का निर्गमन द्वार बना दिया जाए तो ये कण नली मे से बाहर निकल सकते थे।

वे इस बात पर भी सहमत थे कि सभी परमाणुओं की सरचना मे कुछ इलेक्ट्रोन अवश्य होते हैं। इसलिए वैज्ञानिको ने परमाणु की सरचना



परमाणु का आलेख

N—नाभिक E—इलेक्ट्रॉन

के विषय मे जानकारी के लिए अध्ययन आरम्भ किया। यह बात निस्सदेह स्पष्ट थी कि परमाणु बहुत ही छोटे होते हैं इसलिए उनकी सरचना के बारे मे जो अध्ययन किया जाएगा वह अवश्य ही बहुत कठिन होगा। इसके अलावा यह भी मालूम था कि परमाणुओ का रचना केवल इलेक्ट्रोनो से ही नही हो सकती यद्यपि दूसरे मूलभूत कण—प्रोटॉन—की खोज इसके कुछ समय बाद हुई। (देखिए पृष्ठ 17)।

यहाँ इलेक्ट्रोन के बारे मे एक और बात बता देना आवश्यक है। विदित हो कि विद्युत् धारा दो प्रकार की होती है, जिन्हे सामान्यत धनात्मक एव ऋणात्मक कहते हैं। इसी बात को सूचित करने के लिए प्राय विद्युत् उपकरणो के लिए टर्मिनलो पर धन या ऋण चिह्न अकित होते हैं। चुम्बकीय क्षेत्र की सहायता से धनावेश वाले कण विपरीत ऋणावेशित कणो की अपेक्षा विपरीत दिशा मे मुड जाते हैं। इलेक्ट्रोनो के प्रवाह के चुम्बकीय परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन करने से शीघ्र ही यह पता चला कि सभी इलेक्ट्रोन ऋणावेशित होते हैं। यह भी सिद्ध हो गया कि इस आवेश में कभी परिवर्तन नही होता। वास्तव मे, प्रत्येक इलेक्ट्रोन मे विद्युत् की एक-सी मात्रा रहती है।

रेडियो ऐक्टिवता

फ्रांसीसी भौतिकी-विद् बैकरल ने 1896 मे ही यूरेनियम धातु के यौगिको के बारे में अध्ययन शुरू कर दिया था। इस समय तक ज्ञात तत्वो मे से यूरेनियम सबसे भारी था। उसने देखा कि इस धातु के यौगिक अंधेरे मे चमकते हैं। एक इससे भी आश्चयजनक बात की ओर उसका ध्यान गया। आप जानते ही हैं कि प्रकाश के बचाव के लिए फोटोग्राफी की प्लेटो और फिल्मो को काले कागज मे सावधानी से लपेटकर रखा जाता है, यदि फोटोग्राफी की प्लेट या फिल्म पर किसी भी तरह के प्रकाश का असर हो जाए तो नैगेटिव खराब हो जाता है, लेकिन एक और तथ्य की ओर बैकेरल का ध्यान अनायास ही चला गया, उसने देखा कि यदि काले कागज से लिपटी हुई फोटोग्राफी की प्लेट पर यूरेनियम के यौगिक का टुकडा रख दिया जाए तो नैगेटिव पर इसका चित्र खिंच जाता है। इसका अभिप्राय यह है कि यूरेनियम मे से कुछ ऐसी चीज—कण या किरणें—निकलती हैं जो आवरण के पार निकलकर प्लेट को प्रभावित करती हैं और प्लेट मे कुछ रासायनिक परिवतन हो जाता है।

यह विकिरण यूरेनियम से निरन्तर होता रहा। इस धातु पर कोई भी क्रिया करने पर उसका विकिरण पर कोई प्रभाव नही पडता। ऐसा मालूम पडा कि यह एक ऐसी शाश्वत क्रिया है जिसपर रासायनिक परिवतनो का भी कोई प्रभाव नही होता। यह रहस्य वैज्ञानिको के लिए उसी प्रकार चुनौती बनकर आया जैसे कत्ल का कोई मामला स्कॉटलैण्ड यार्ड के लिए चुनौती होता है।

शीघ्र ही इस सत्य के बारे मे कुछ जानकारी उपलब्ध हो गई। मालूम हुआ कि यूरेनियम मे से इलेक्ट्रोनो का प्रवाह लगातार आ रहा है। अब प्रश्न यह उठा कि क्या यही वह चीज है जिसने फोटोग्राफी की प्लेट पर क्रिया की थी ? क्या यूरेनियम के परमाणु उन पर कोई क्रिया हुए बिना ही निरन्तर टूटते रहते हैं ?

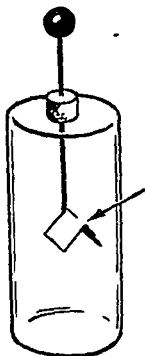
इन प्रश्नो से इस बात का सकेत मिलता है कि उन्होने किसी नए रहस्य को खोज निकाला था। यहाँ यह जो नवीन परिवर्तन देखने

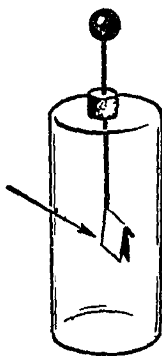
मे आया इसे 'रेडियो ऐक्टिवता' कहा गया। शीघ्र ही बहुत से वैज्ञानिको ने रेडियो ऐक्टिव परिवर्तन के बारे मे अध्ययन शुरू कर दिया और कुछ ही समय बाद यह पता चला कि यूरेनियम और यूरेनियम के यौगिको (विशेष रूप मे पिच ब्लैंड नामक शिलाखड जिससे यूरेनियम निकाला जा सकता है) के विभिन्न नमूनो की रेडियो ऐक्टिवता की सामर्थ्य बहुत अधिक भिन्न होती है। यह भी मालूम हुआ कि इनमे से कुछ यूरेनियम के नमूने समय की नियत अवधि मे अन्य नमूनो की अपेक्षा अधिक इलेक्ट्रोन विसर्जित करते हैं। आरम्भ मे इस अतर का कारण यूरेनियम की विभिन्न किस्मो के अतर को समझा गया था, लेकिन शीघ्र ही यह सदेह हुआ कि उनके साथ किसी नए पदार्थ के कुछ अधिक रेडियो ऐक्टिवता वाले नमूने मिल गए होगे जिन्हे परिशुद्ध रूप मे प्राप्त करना सभव होगा और जो यूरेनियम से भी कही अधिक रेडियो ऐक्टिवता सिद्ध होगे।

रेडियम

यूरेनियम के नमूने को जिस पदार्थ ने अधिक रेडियो ऐक्टिव बना दिया अब उसे 'रेडियम' कहते हैं। पहले-पहल इसकी खोज 1894 मे फ्रास मे पियरे क्यूरी और मेरीक्यूरी ने की थी। इस खोज के लिए क्यूरी दपती ने जो प्रयोग किए वे निस्सदेह इस कहानी के सबसे महत्वपूर्ण एव रोचक भाग हैं। ईव क्यूरी ने अपनी मा मादाम क्यूरी की जीवनी मे इसका विस्तृत वणन किया है।

क्यूरी दपती ने टूटी-फूटी कापडी मे अनथक परिश्रम करके टनो पिच ब्लैंड से बहुत थोडा-सा रेडियम का नमूना पाने म सफलता पाई। वे जिस पदार्थ से रेडियम का नमूना पाने का प्रयत्न कर रहे थे उन्होंने उसके प्रत्येक भाग की विद्युत् दर्शी (Electroscope) उपकरण द्वारा परीक्षा की। जब इस उपकरण के आसपास विद्युत् आवेश होता है तो





विद्युत्दर्शी

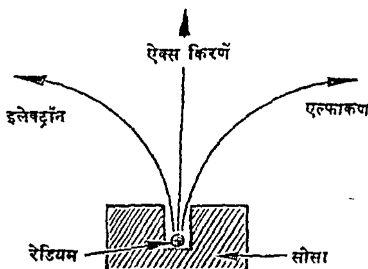
इसमे लगे स्वर्ण पत्र फैल जाते हैं। स्पष्ट है कि उपलब्ध पदार्थ मे से शुद्ध रेडियम को अलग करने का काय क्यूरी दपति के लिए अत्यधिक कष्ट साध्य रहा होगा।

जब शुद्ध रेडियम का बहुत थोडा-सा नमूना प्राप्त हुआ तो ज्ञात हुआ कि रेडियो ऐक्टिवता की समस्या को बैकेरल ने जितना जटिल समझा था यह उससे भी कही अधिक जटिल है। यहां केवल ऋणावेशित इलेक्ट्रोनो के प्रभाव से ही वास्ता नही था बल्कि धातु से तीन प्रकार की चीजें निकल रही थी।

एक तो वहाँ तेजी से गति करते हुए इलेक्ट्रोन थे। दूसरे कुछ अपेक्षाकृत कही अधिक भारी कण थे जो 'ऐल्फा-कण' कहलाते हैं। ये हीलियम (जो हाइड्रोजन से चार गुना भारी एक दुर्लभ गैस होती है) के धनावेशित परमाणु थे। तीसरे वहाँ पर एक प्रकार की प्रखर किरणो का

प्रवाह था जिसे बाद में ऐक्स किरण कहा गया। जैसा कि स्वाभाविक ही है ये भार हीन थी और न उन पर किसी प्रकार का विद्युत् आवेश नहीं था, लेकिन वे कागज तथा अन्य अनेक वस्तुओं के सहज ही आर-पार जा सकती थी। यूरेनियम खनिज के नमूना की (जिसमें थोड़ी-सी रेडियम की मात्रा मिली थी) स्वत फोटो खिंच जाने का कारण ये ऐक्स किरणें ही थीं।

यह भी सिद्ध हो गया कि रेडियम का स्थायी रूप मे एव निरतर विघटन होता रहता है। इसके विघटन की गति में तापमान, दाब और यहाँ तक कि रासायनिक अवस्था म परिवर्तन के कारण भी कोई प्रभाव नही पडता। जब किसी अन्य तत्व के साथ रेडियम मिली होती है तब भी इसका विघटन उतनी ही गति से होता है (उससे अधिक तेजी से नही) जितना कि शुद्ध अवस्था म होने पर होता है। यह एक ऐसा परिवर्तन था जिस पर वैज्ञानिकों का कोई नियन्त्रण न था।



रेडियम का विघटन

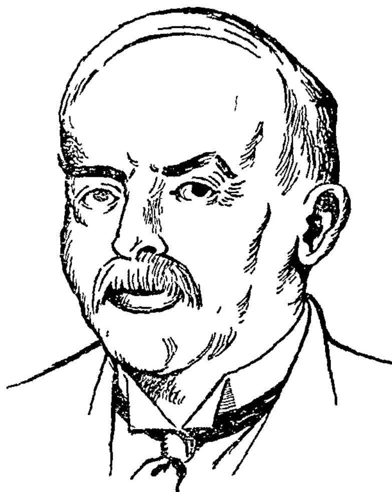
यहा एक और तथ्य की ओर ध्यान दिला देना आवश्यक है। रेडियम का परमाणु भार (atomic weight) (अर्थात् सब तत्वों से हलके

तत्व हाइड्रोजन की तुलना मे इसके परमाणुओ का भार) 226 है। अब यदि 226 भार वाले एक परमाणु से एक हीलियम का परमाणु कम कर दिया जाए जिसका भार 4 है, तो कोई ऐसा पदार्थ बच रहेगा जिसका परमाणुभार 222 होगा। इस पदार्थ की उपलब्ध मात्रा इतनी कम थी कि इसके बारे मे अध्ययन करना बहुत कठिन हो गया। लेकिन इसे बाद मे रेडियम प्रसर्ग या रेडॉन कहा गया और यह एक ऐसा तत्व ज्ञात हुआ जिसके बारे मे पहले कुछ भी पता न था।

नाभिक (nucleus) का विघटन

क्यूरी दपती द्वारा रेडियम को अलग करने के बाद न्यूज़ीलैंड के महान् वैज्ञानिक लार्ड रदरफोर्ड ही वह व्यक्ति था जिसने कई वर्षों तक कैंब्रिज मे अनुसधान काय करके परमाणुओ के सम्बन्ध मे जानकारी प्रदान करने मे सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण योगदान किया। रदरफ़ोर्ड द्वारा परमाणु के अनुसधान का कार्य आरम्भ करने से पहले लोगो को यह मालूम था कि कुछ परमाणु इस प्रकार स्वत विघटित हो सकते हैं जिसका वणन ऊपर किया जा चुका है। उन्हे यह भी ज्ञात था कि परमाणु मे ऋणावेशित छोटे-छोटे कण होते हैं जिन्हे इलेक्ट्रोन कहते हैं। उनका यह भी अनुमान था कि परमाणु मे धनावेशित कण भी होते हैं जिन्हे प्रोटॉन कहते हैं। लेकिन रदरफोड ने ही पहले पहल-पहल यह पता लगाया कि प्रोटॉन के भारी कण परमाणु के ठीक मध्य मे सकेंद्रित होते हैं, और हलके इलेक्ट्रॉन या कुछ इलेक्ट्रॉन तो अवश्य ही इस केन्द्र के चारो ओर (जिसे सामान्यत 'नाभिक', या न्यूक्लियस कहते हैं) चक्कर काटते हैं।

इसके अलावा रदरफोड ही पहला ऐसा व्यक्ति था जिसने परमाणुओ के सभावित कृत्रिम विघटन के सम्बन्ध मे काय किया। उसे मालूम था कि उसे जो उपकरण उपलब्ध है उसकी सहायता से नाभिक



लार्ड रदरफोर्ड

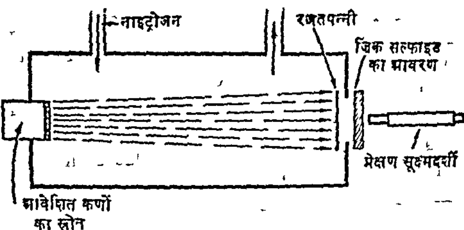
वेधन की एक ही विधि है और वह यह कि उपलब्ध सामग्री से नाभिक पर प्रहार किया जाए। संभवत यह विधि पूर्णतया असंतोषजनक प्रतीत होगी जो दरअसल कुछ हद तक है भी। यह ऐसा ही है कि हम यदि एक ऐसे कमरे की कल्पना करें जिसमे फर्नीचर भरा हो और चारो ओर दीवारो मे बीच-बीच मे खाली स्थान हो। यह भी कल्पना करें कि फर्नीचर अथवा जिस सामग्री से फर्नीचर बना है उसे पाने के लिए एक ही साधन उपलब्ध है वह है रिवॉल्वर के द्वारा कमरे के अन्दर गोलिया चलाना तथा उसके प्रहार से टूटने वाले लकडी या धातु के ऐसे छोटे-छोटे टुकडो

को प्राप्त कर लेना जो दीवार के खाली भाग से छिटककर बाहर निकल आएँ। इस उदाहरण से आरम्भिक प्रयोगो की कठिनाई का थोडा-बहुत अनुमान हो सकता है। क्योकि रदरफोड और उसके सहायको ने लगभग यही कुछ किया। इनके पास ऐल्फा कण रूपी गोलियाँ थी (देखिए पृष्ठ 15) इस बारे मे उन्हे जितनी जानकारी पाने की आशा थी उतनी न मिल सकी, लेकिन फिर भी उन्होने काफी ज्ञान प्राप्त कर लिया।

ऐसे इलेक्ट्रानो को वेधन करना कठिन नही था जो केन्द्रीय नाभिक के चारो ओर उसी प्रकार चक्कर काटते थे जैसे ग्रह सूय की परिक्रमा करते हैं लेकिन नाभिक को विघटित करने की समस्या इससे भिन्न प्रकार की थी। अनेक कुशल सहायक इस कार्य मे उसकी मदद कर रहे थे। इनमे से सभवत सबसे विख्यात सहायक एक युवक था जिसका नाम डॉ० कॉकक्राफ्ट था जो बाद मे सर जान कॉकक्राफ्ट के नाम से प्रसिद्ध हुआ और ब्रिटेन के हार्वेल स्थित प्रथम परमाणु ऊर्जा अनुसधान केन्द्र का अध्यक्ष बना।

नीचे रदरफोर्ड के परमाणु भजक का चित्र दिया गया है। इसमे ऐल्फा कणो से नाइट्रोजन गैस पर प्रहार किया गया और यह पता लगा कि नाइट्रोजन परमाणुओ से कुछ कण बाहर निकले। और यह जानने के लिए सूक्ष्मदर्शी मे से जिक सल्फाइड के आवरण का प्रेक्षण किया गया जो विद्युत् आवेशित कण के टकराने पर चमक उठता था। ये कण प्रोटॉन सिद्ध हुए जो अवश्य ही नाइट्रोजन के परमाणुओ के नाभिको में से निकले होगे।

इस प्रयोग को पूरी तरह सतोषजनक नही कहा जा सकता। क्योकि बहुत ही थोडे-से कणो ने नाइट्रोजन के नाभिको पर सीधा प्रहार किया। जसे सूय मण्डल के पूरे भाग मे से बहुत थोडे स्थान को घेरता है उसी प्रकार नाभिक भी बहुत थोडा-सा स्थान घेरता है। ऐल्फा के कण तो पहले ही विद्युत् आवेशित होते हैं। इस प्रकार विद्युत् आवेशित गोली से यदि किसी ऐसे लक्ष्य पर प्रहार किया जाए जो स्वय भी विद्युत् आवेशित हो तो उसके सफल होने की सम्भावना बहुत कम होती है। इस विद्युत् आवेश के कारण समस्या बहुत अधिक जटिल हो जाती है।



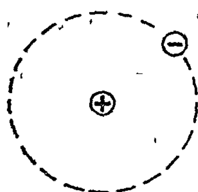
रदरफोर्ड का परमाणु भंजक

लेकिन यह ऐसा प्रथम प्रयोग था जिसने इस बात को सिद्ध कर दिया कि परमाणुओं को तोड़ा जा सकता है। यह प्रयोग 1920 मे हुआ।

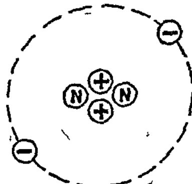
न्यूट्रॉन

परमाणु के क्षेत्र मे सबसे बडी प्रगति उस समय हुई जब वैज्ञानिकों को यह पता चला कि ऐसे उदासीन कण का भी अस्तित्व है जिस

सरल परमाणु



हाइड्रोजन का परमाणु

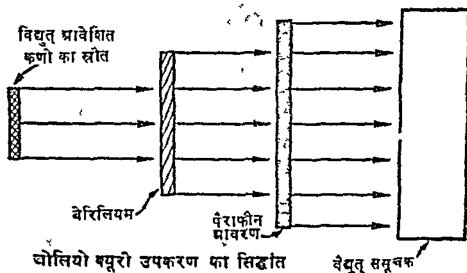


हीलियम का परमाणु

(−) = इलेक्ट्रॉन (+) = प्रोटॉन (N) = न्यूट्रॉन

पर विद्युत् आवेश नही होता। सन् 1920 मे ही लार्ड रदरफोर्ड को ऋणावेश युक्त इलेक्ट्रॉन और धनावेश युक्त प्रोटॉन के अस्तित्व का ज्ञान था। उसका अनुमान था कि धनावेशित इलेक्ट्रॉन का भी (जिसकी बाद मे खोज भी हो गई और उसे पॉजिस्ट्रान नाम दिया गया) अस्तित्व हो सकता है, साथ ही उसका यह भी विश्वास था कि यदि ऐसे कण मिल जाएँ तो यह बात सर्वाधिक महत्व की होगी। क्योकि गैस की नली मे इसके द्वारा प्रहार किया जा सकेगा और इससे विद्युत् सम्बन्धी बलो से पैदा होने वाली पेचीदगियो से बचा सकेगा। 1920 मे इसके बारे मे रदरफोर्ड ने लिखा था कि यदि उदासीन कण की खोज हो गई तो यह कण बिना रुकावट के पदार्थ मे से होकर गमन कर सकेगा और इसे अच्छी तरह बन्द पात्र मे रखना असभव होगा। यद्यपि रदरफोर्ड ने इस उदासीन कण की खोज का भरसक प्रयत्न किया लेकिन उसे इस प्रयास मे सफलता नही मिली और यह एक महान् वैज्ञानिक की सृजनात्मक कल्पना की एक उडान मात्र रह गया। -

फ्रासीसी वैज्ञानिक जोलियो क्यूरी और उसकी पत्नी आइरीन (जो रेडियम धातु की खोज करने वाले क्यूरी दपती की पुत्री थी) ने ही सर्वप्रथम इस बात का सतोषजनक प्रमाण दिया कि ऐसे कण का, जिसे बाद मे न्यूट्रॉन कहा गया, वास्तव मे अस्तित्व है।



जोलियो क्यूरी उपकरण का सिद्धात

जोलियो दम्पति ने अपने प्रयोगो का वर्णन 1932 मे किया। इस प्रयोग के लिए उन्होने रेडियो ऐक्टिव पोलोनियम धातु को लिया, जो कई बातो मे रेडियम से भिन्न नही है और इससे होने वाले विकिरण को रेडियोऐक्टिवता हीन (non-radioactive) बेरिलियम धातु पर प्रहार करने दिया। इस समय तक ऐसी समस्याओ के अध्ययन के लिए प्रयोगशालाओ मे कई तरीके खोज निकाले गए थे। इसका एक आश्चर्यजनक परिणाम यह निकला कि पोलोनियम से होने वाले विकिरण ने जैसी कि आशा थी केवल बेरिलियम को रेडियो ऐक्टिव ही नही बना दिया अपितु इसे मूल तत्व पोलोनियम की अपेक्षा भी अधिक रेडियोऐक्टिव कर दिया। दूसरे शब्दो मे हम यो कह सकते हैं कि सम्भवत पोलोनियम ऐसी किरणें या कण विसर्जित कर रहा था जिनका वैद्युत उपकरणो द्वारा पता नही लगाया जा सकता था लेकिन फिर भी वे रेडियोऐक्टिवता पैदा कर रहे थे। बेरिलियम और ससूचक उपकरण (detecting instrument) के बीच मे विभिन्न द्रव्यो को जो आवरण लगा कर देखे गए तो उन्होने रेडियोऐक्टिवता को और अधिक बढा दिया।

यदि ये आवरण किन्ही ऐसे पदार्थों के होते जिनमे अन्य तत्वो के साथ हाइड्रोजन मिली होती तो उनसे रेडियोऐक्टिवता मे सबसे अधिक वृद्धि हो जाती। इनमे सबसे अधिक प्रभावशाली पदार्थ पानी, सेलोफेन या पैराफिन थे (इन द्रव पदार्थों का उपयुक्त पात्र मे होना तो आवश्यक है ही)।

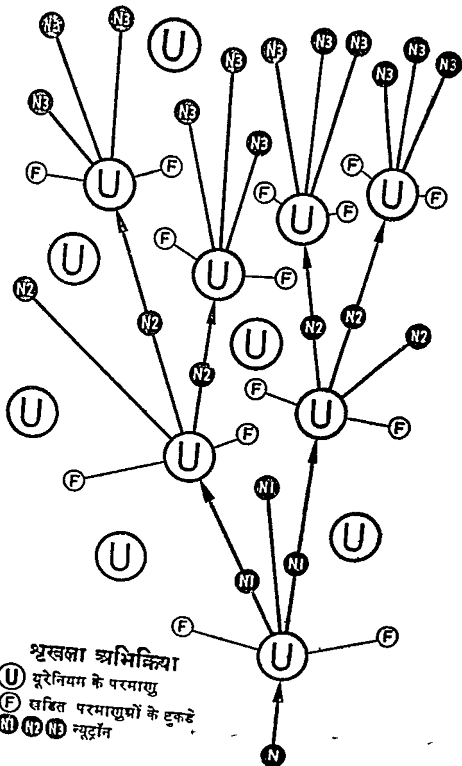
ब्रिटेन के भौतिक विद सर जेम्स चेडविक ने जो उस समय कैंब्रिज मे कार्य कर रहा था उसी वर्ष इसका स्पष्टीकरण प्रस्तुत किया। उसने इसका समाधान यह दिया कि सम्भवत न्यूट्रॉन (जैसी कि रदरफोर्ड ने बारह वर्ष पूर्व भविष्यवाणी की थी) बेरिलियम से आ रहे हो और शायद ये परमाणुओ को आवरण के अन्दर विघटित कर रहे हो। इस प्रकार परमाणुओ से विघटित होने वाले टुकडो पर विद्युत् आवेश होगा और ये रेडियोऐक्टिवता ससूचक विद्युत् दर्शी या अन्य उपकरणो मे माप सकने योग्य प्रभाव उत्पन्न करेंगे।

शृंखला अभिक्रिया (chain reactions)

व्यावहारिक रूप से शृखला अभिक्रिया का किस प्रकार प्रयोग करें, इस बारे मे विचार करने से पहले एक अत्यन्त विशिष्ट प्रकार के परिवर्तन के बारे मे थोडा-बहुत जान लेना आवश्यक है । इस परिवर्तन को वैज्ञानिक शृखला अभिक्रिया कहते हैं । इस विश्व मे जो भी परि-वर्तन होते हैं चाहे वे उबलने या जमने जैसे भौतिक परिवर्तन हो या जस्ते पर गधक के तेजाब की या लोहे पर ताम्र सल्फेट (नीलाथोथा) की क्रिया की तरह के रासायनिक परिवतन हो, इन सभी के सम्बन्ध मे किसी न किसी प्रयोगशाला मे ही अध्ययन किया जाता है ।

ये परिवतन अपने आप मे सामान्यत पूण होते हैं । अगर पानी को उबालें तो भाप निकलती है । यह भाप या तो हवा मे विलीन हो सकती है या इसे सघनित करके आसवित जल (distilled water) प्राप्त कर सकते हैं ।—अगर जस्ते (जिंक) पर गधक का तेजाब (सल्फ्यूरिक एसिड) डाला जाए (जैसा कि शायद स्कूल मे आपने किया भी होगा) तो हाइड्रोजन गैस निकलती है और एक जिक सल्फेट नामक पदार्थ बच रहता है । सल्फ्यूरिक अम्ल के एक अणु से एक अणु हाइड्रोजन का और एक अणु जिक सल्फेट का बनता है । इतना होने पर परिवतन समाप्त हो जाता है ।

शृखला अभिक्रिया इससे बिलकुल भिन्न प्रकार का परिवतन है । इसमे एक परमाणु से निमुक्त होने वाला न्यूट्रान अन्य परमाणु पर प्रहार करता है इसके परिणामस्वरूप और न्यूट्रान निर्मुक्त होते हैं फिर ये न्यट्रान अन्य परमाणुओ पर प्रहार करते हैं । इसका परिणाम यह होता है कि परिवतन क्रमश अधिकाधिक तेज होता जाता है, प्रस्तुत आलेखो मे इस प्रक्रिया को दर्शाया गया है ।


U
F
N
N1
N2
N3
शृखला अभिक्रिया
U यूरेनियम के परमाणु
F खडित परमाणुओं के टुकड़े
N1 N2 N3 न्यूट्रॉन

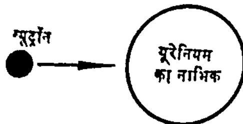
यूरेनियम का विखंडन

दिए आलेख को देखने से पता चलता है कि यूरेनियम का एक परमाणु कैसे विघटित होता है। इस प्रयोजन के लिए सबसे अच्छा वह यूरेनियम है जो सबसे अधिक सुगमता से विघटित होता हो। यह यूरेनियम 235 है। इसे 235 परमाणुभार के कारण यूरेनियम 235 कहते हैं। इसके अलावा विभिन्न परमाणु भारो वाले कई अन्य प्रकार के भी यूरेनियम होते हैं।

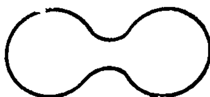
जब यूरेनियम 235 विघटित होता है तो इसका एक परमाणु सामान्यत तीन न्यूट्रान उत्पन्न करता है। इनमें से प्रत्येक न्यूट्रान यूरेनियम के एक-एक और परमाणु को तोड सकता है। जिसमे से प्रत्येक परमाणु तीन और नए न्यूट्रानो को उत्पन्न करेगा। इस प्रकार इस बात की सहज ही कल्पना की जा सकती है कि जब एक बार यह प्रक्रिया शुरू हो जाए तो यह क्रमश अधिकाधिक तेज होती जाएगी और चूंकि प्रथम न्यूट्रान के निमुक्त होने और इसके यूरेनियम के दूसरे परमाणु पर प्रहार करने तक सैकिंड से भी बहुत कम समय लगता है अत कम समय मे ही शृखला अभिक्रिया के द्वारा शक्ति का एक विशाल स्रोत पैदा हो जाता है।

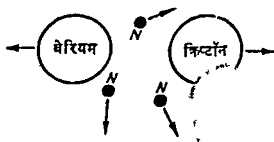
इस परिवर्तन के दौरान बहुत अधिक गर्मी भी पैदा होती है।

इसकी व्याख्या एक बार फिर अत्यन्त सरल रूप मे कर दी गई है। यहाँ जिस बात का वणन किया गया है उसके अधिकाश का ज्ञान काफी लम्बे अरसे से अब तक निगूढ रहस्य के रूप मे विभिन्न देशो की प्रयोगशालाओ की परिधि तक ही सीमित रहा। इसका कारण यह था कि 1939 मे पहले पहल इस प्रक्रिया का—जिसे सामान्यत यूरेनियम का विखडन कहते हैं—विस्तार से अध्ययन किया गया। इस समय द्वितीय विश्वयुद्ध की पृष्ठभूमि तेजी से तैयार हो रही थी। वैज्ञानिको और राजनीतिक नेताओ ने इस सम्भावना को अनुभव किया कि यदि यूरेनियम 235 की शृखला अभिक्रिया का इस ढग से विकास किया जाए कि उसे नियन्त्रित किया जा सके तो इससे कोई न कोई देश ऐसा उच्च कोटि का युद्धास्त्र तैयार कर

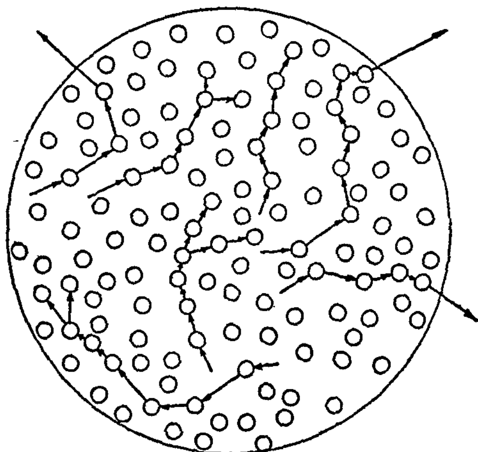








यूरेनियम का कैसे



यूरेनियम की सहति मे न्यूट्रानो के मार्ग

लेगा जो सामान्यत प्रयोगो मे आने वाले रासायनिक विस्फोटको से बने गोलो या बमो से कही अधिक शक्तिशाली और भयकर होगा।

यूरेनियम का यह विखडन साधारण रेडियोऐक्टिवता नही है। जब रेडियम मे से इलेक्ट्रॉन या अन्य कण निकलते हैं तो उस समय रेडियम के परमाणु का बहुत थोडा-सा भाग ही अलग होता है। रेडियम का परमाणु भार 226 है जब कि रेडॉन का 222 अर्थात् रेडियम के नाभिक का बहुत थोडा भाग ही टूटता है। लेकिन यूरेनियम 235 के टूटने से दो भाग अलग होते हैं जिसमे एक का परमाणु भार लगभग 100 होता है और दूसरे का लगभग 135, इस प्रकार जो मुख्य तत्त्व बनते हैं उनके नाम बेरियम और क्रिप्टॉन हैं। आमतौर पर यूरेनियम

के टूटने से औसतन ये दो ही तत्त्व प्राप्त होते हैं, लेकिन यह परिवर्तन हमेशा पूरी तरह इसी रूप मे नही होता। यूरेनियम परमाणु के लगभग दो भागो मे विभक्त होने से सिद्ध होता है कि यह परिवतन बहुत अधिक तीव्र होता है।

कभी-कभी तो यह परिवतन इस रूप मे बिलकुल भी नही होता। सन् 1951 मे ही यह देखने मे आ गया था कि कुछ परमाणु बिलकुल भी खडित नही हुए। यूरेनियम 235 के कुछ परमाणुओ ने एक न्यूट्रॉन को अपने अ दर मिला लिया और इस प्रकार यह एक और प्रकार का यूरेनियम बन गया जिसे यूरेनियम 236 कहते हैं। यह यूरेनियम 236 उस यूरेनियम की अपेक्षा बहुत कम रेडियोऐक्टिव है जिसके द्वारा शृखला अभिक्रिया शुरू हुई थी, लेकिन जिन परमाणुओ ने इस प्रकार आचरण किया उनकी सख्या बहुत कम थी।

परमाणु बम

द्वितीय विश्वयुद्ध (1939-45) के आरम्भिक वर्षो म ग्रेट ब्रिटेन, कनाडा और अमरीका के वैज्ञानिको का एक दल इस समस्या के समाधान के लिए प्रयत्नशील था। सन् 1944 तक उन्होने इस दिशा मे जो प्रगति की उससे यह पता चल गया कि निकट भविष्य मे परमाणु बम का निर्माण सभव हो जाएगा।

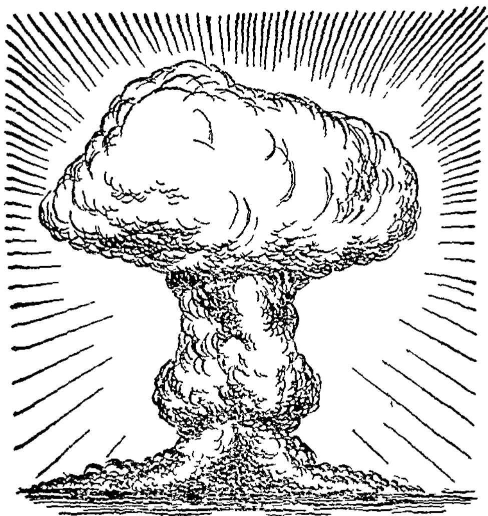
इससे पूव जो कुछ बताया जा चुका है उससे यह अनुमान लगाना कठिन नही कि यह कार्य कैसे सभव हुआ होगा। अगर हमारे पास यूरेनियम 235 का एक टुकडा हो तो केवल उस टुकडे का आकार ही इस बात का निणय करता है कि शृखला अभिक्रिया और न्यूट्रॉनो का मोचन जो पहले ही आरम्भ हो चुका है वह तीव्र होगा या नही। यदि यह टुकडा एक विशिष्ट आकार से छोटा हो (यह जानकारी आज भी रहस्य ही है) तो अधिकाश न्यूट्रॉन हवा मे चले जाएँगे और धीरे-धीरे यूरे-

नियम भी विलीन हो जाएगा। परन्तु यदि यह टुकडा उस खास परिमाण से बडा होगा तो न्यूट्रॉन इसी मे रुके रहेगे और श्रृखला अभिक्रिया क्रमश अधिकाधिक तेज होती जाएगी और एक सैकिड या उससे भी कम समय मे यह विस्फोट बन जाएगा।

यही परमाणु बम का तथाकथित रहस्य है। सन् 1945 मे ऐसे ही दो परमाणु बम जापान के दो शहरो पर गिराए गए थे जिसने जापान को शाति वार्ता के लिए मजबूर कर दिया। यह कोई बहुत पेचीदा रहस्य न था। वस्तुत यह इजीनियरी की समस्या थी कि इस बम को कैसे बनाया जाए। एक फ्यूज की सहायता से यूरेनियम 235 के दो टुकडो को (ये दोनो टुकडे इतने छोटे होते हैं कि उनसे खतरे की कोई आशका नही होती) परस्पर मिलाकर यूरेनियम 235 का एक बडा टुकडा बना दिया जाता है जो खतरे के स्थल से ऊपर चला जाता है। बस परमाणु बम का यही रहस्य है। सन् 1945 मे द्वितीय विश्वयुद्ध की समाप्ति के बाद कुछ ही वर्षों मे अधिकाश बडे-बडे राष्ट्रो ने इसका अपने-अपने ढग से विकास कर लिया।

लेकिन यह समझना भी एक भूल होगी कि कोई भी विज्ञान मे रुचि रखने वाला लडका या लडकी अपने घर के आंगन मे इस कार्य को कर सकता है। इसे बनाने की प्रक्रिया बहुत लम्बी, पेचीदा और खर्चीली है। उदाहरण के तौर पर विभिन्न प्रकारो के यूरेनियम मे से यूरेनियम 235 को अलग करना बहुत कठिन काम है। लेकिन स्मरण रहे कि अगर किसी भी देश के वैज्ञानिको को इसके लिए पर्याप्त धन और समय दिया जाए तो वे इस कार्य को बखूबी कर सकते हैं।

इस समय तक अधिकाश लोग परमाणु बम के विस्फोट से उठने वाले कुकरमुता की तरह के बादलो से भलीभाति परिचित हो चुके हैं। 1945 के बाद से विभिन्न एकात स्थलो मे परमाणु बमो के परीक्षण किये जा चुके हैं। ये परीक्षण अमरीकी सरकार द्वारा प्रशान्त महासागर मे स्थित बिकिनी द्वीप के पास, ब्रिटिश सरकार द्वारा आस्ट्रेलिया के रेगिस्तान मे और रूस सरकार द्वारा साइबेरिया के उजाड प्रदेश मे किए गए। सभी शातिप्रिय देशो की सरकारें परमाणु बमो के परीक्षणों



आदि पर प्रतिबन्ध लगाने के पक्ष म हैं। अगर परमाणु ऊर्जा के इस विनाशकारी उपयोग पर नियन्त्रण न लगाया गया तो इस बात का भयकर खतरा है कि परमाणु का दुरुपयोग करके मानव फिर से कहीं बर्बरता के अधकारपूर्ण युग मे न लौट आए।

साथ ही, यह भी न समझे कि परमाणु ऊर्जा का उपयोग केवल परमाणु बम के निर्माण के लिए ही हो सकता है। इसका अनेक रचनात्मक कार्यों के लिए भी उपयोग हो सकता है जिसका वर्णन आगे चल कर किया जाएगा।

परमाणु से ऊर्जा उत्पादन की विधि

यदि परमाणु का मानव कल्याण के लिए प्रयोग करना हो तो निश्चय ही पहले परमाणु मे ऊर्जा का सचित होना आवश्यक है जिसे किसी न किसी प्रकार उन्मोचित किया जा सके। मनुष्य चाहे जिस किसी भी तरीके से मशीन का उपयोग करे, प्रथम आवश्यकता इस बात की है कि किसी प्रकार ऊष्मा पैदा की जाए जिसका मशीनो को चलाने के लिए प्रयोग किया जा सके। मूलत अब हमारे सामने एकमात्र समस्या ऊष्मा को गति मे परिवर्तन करने की रह जाती है।

अब परमाणु से यह कार्य किस प्रकार कराया जाए। प्रारम्भ मे ही हमे यह समझ लेना चाहिए कि इन सभी परिवतनो मे ऊष्मा उत्पन्न होती है चाहे वे परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन निकलने जैसे सरल परिवर्तन हो अथवा परमाणु बम की तरह की श्रृखला अभिक्रियायें, परमाणु बम से वास्तव मे इतनी ऊष्मा पैदा हुई थी कि मीलो दूर स्थित वस्तुय भी नष्ट हो गईं। इतनी अधिक ऊष्मा मशीनें चलाने अथवा अन्य कोई उपयोगी कार्य करने के लिए व्यर्थ है।

अगर परमाणु ऊर्जा का उपयोग इजनो को चलाने के लिए करना हो तो पहले इसे नियन्त्रित करना होगा। एक समय मे इसकी थोडी मात्रा ही तैयार की जानी चाहिए क्योकि परमाणु विखडन की प्रक्रिया मे जो आवेशित कण निकलते हैं वे प्राणियो के जीवन के लिए हानि-कारक होते हैं। 1954 मे सयुक्त राज्य अमरीका की सरकार ने प्रशात महासागर मे एक बहुत अधिक शक्तिशाली परमाणु बम का विस्फोट किया था। बाद मे पता चला कि इस परीक्षण स्थल से अनेक मील दूर समुद्र मे मछली पकडते हुए कुछ जापानी मछियारे इस विस्फोट के बाद आकाश से गिरने वाली रेडियोऐक्टिव धूलि के कारण बुरी तरह बीमार हो गए और उनमे से कुछ मर भी गए। उन्होने जो मछलियाँ पकडी थी वे भी रेडियोऐक्टिव धूलि के प्रभाव से विपाक्त हो गई थी। इसलिए इस बात की समुचित व्यवस्था कर लेना जरूरी है कि कोई भी विद्युत् सक्रिय कण बाहर न निकल पाए। यदि इसे रोकने का उपाय

और शृंखला अभिक्रिया का नियन्त्रित किया जा सके अर्थात् इसे मर्यादा मे रखकर विस्फोट न होने दिया जाए तो परमाणु मे संचित ऊर्जा का उपयोग सभव है ।

ऊर्जा के ऐसे स्रोतो को उद्योगो के लिए सुलभ बनाने के लिए ही सन् 1946 47 मे बक्शायर मे हार्वेल नामक स्थान पर प्रथम ब्रिटिश परमाणु-ऊर्जा-केन्द्र स्थापित किया गया था। लार्ड रदरफोर्ड के एक योग्यतम सहायक सर जॉन कॉकक्राफ्ट के हाथ मे इसका नियन्त्रण सौंपा गया था। इसी समय लंकाशायर के रिसले नामक स्थान पर 1939-45 के युद्ध सामग्री के एक सफलतम प्रमुख सर क्रिस्टोफर हिल्टन की देखरेख मे एक डिजाइन और इंजीनियरी मुख्यालय की स्थापना की गई। इसके पश्चात् शीघ्र ही जनस्वास्थ्य की सुरक्षा को दृष्टि मे रखते हुए एकान्त प्रदेशो मे कई अन्य कारखाने शुरू किए। इनका उद्देश्य औद्योगिक उपयोगो के लिए परमाणु ऊर्जा का प्रयोग करने के तरीके ढूंढना था।

कभी-कभी पत्रो मे इस प्रकार के समाचार छपते हैं कि निकट भविष्य मे ही परमाणु-चालित कारो या जहाजो का प्रचलन हो जाएगा। अभी तो यह असभव प्रतीत होता है, क्योंकि कोई भी परमाणु-चालित गाडी चाहे वह स्थल पर चले या जल मार्ग पर उसके यात्रियो की सुरक्षा तो आवश्यक है ही, परन्तु इसके अतिरिक्त चालक और कर्मीदल की भी परमाणु के विघटन के कारण पैदा होने वाले अत्यधिक तीक्ष्ण एव भयकर विकिरण से रक्षा के लिए, सवप्रथम उनमे बहुत मोटे और भारी आवरणो की व्यवस्था होना आवश्यक है। कारो अथवा रेलगाडियो मे यात्रियो की सीटो के चारो ओर कई हड्रेडवेट की मोटी सीसे की चादरो के लगाने से निश्चय ही गाडियो की कार्यदक्षता अधिक नही हो सकती। फिर भी अमरीका ने परमाणु-चालित पनडुब्बी का निर्माण कर लिया है। इस प्रकार इंजीनियरी की समस्याओ पर काबू पा लेना कोई ऐसी असभव बात नही है।

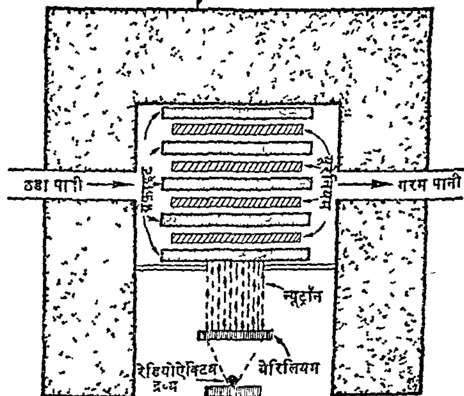
परमाणु-चालित बिजलीघरो के सम्बन्ध मे ऐसी कोई बडी बात नही है। ऐसे बिजलीघर इंगलैण्ड के अलावा कई अन्य देशो मे भी

स्थापित हो चुके हैं और सफलता से कार्य कर रहे हैं। इनमे परमाणविक परिवर्तनो से उत्पन्न ऊष्मा को वैद्युत् ऊर्जा मे परिवर्तित कर लिया जाता है। यह वही वैद्युत् ऊर्जा है जिसे हम अपने सामान्य बिजलीघरो मे कोयला जलाकर या टर्बाइन चला कर प्राप्त करते हैं। ब्रिटेन का पहला पूर्णतया परमाणु ऊर्जा से चालित बिजली घर कबरलैण्ड के काल्डर-हॉल नामक स्थान पर है (इसकी स्थापना 1956 मे हुई थी), दूसरा बिजलीघर जो पहिले बिजलीघर से बहुत बडा है स्कॉटलैण्ड के चैपल-क्रास स्थान पर कार्य कर रहा है। इसके अलावा भी कई बिजलीघर हैं जो या तो बिजली का उत्पादन कर रहे हैं या अभी उन्हे लगाने की योजना है।

परमाणु भट्टी (Atomic Pile)

परमाणु ऊर्जा को प्राप्त करने के लिए जिस युक्ति का उपयोग किया जाता है उसे 'परमाणु भट्टी' (atomic pile) कहते हैं। नीचे दिए आलेख से इसकी बनावट के बारे मे कुछ पता चल सकता है। इसमे ग्रेफाइट के रूप मे सैकडो टन कार्बन की सिलें काम मे आती हैं। (यह वही पदार्थ है जिससे पेंसिल का सिक्का बनता है)। ग्रेफाइट की इन सिलों के बीच मे झिर्रियाँ होती हैं जिनमे यूरेनियम की छडे रखी होती हैं, ये छडे शुद्ध यूरेनियम या यूरेनियम के यौगिक की होती हैं। इसके हानिकर विकिरण के किसी भी अंश को बाहर जाने से रोकने के लिए चारो ओर कंक्रीट की एक कई फुट मोटी दीवार होती है।

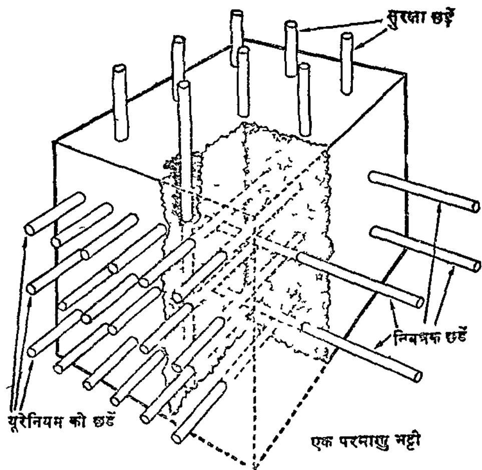
परमाणु भट्टी का आकार इस बात पर निर्भर करता है कि यूरेनियम की कितनी मात्रा का उसमे उपयोग किया जाएगा। ग्रेफाइट की सिलें यूरेनियम को छोटे-छोटे भागो मे पृथक् किए रहती हैं। इसमे मोचित न्यूट्रॉन ग्रेफाइट को काफी अन्दर तक वेध देते हैं। लेकिन इनमे से अधिकांश अन्ततः निष्क्रिय और हानिरहित हो जाते हैं। थोडे से



परमाणु भट्ठी का सरलतम रूप

न्यूट्रॉन ऐसे भी होते हैं जो ग्रेफाइट में से होकर पार निकल जाते हैं जिन्हें कंक्रीट की मोटी दीवार अवशोषित कर लेती है जो परिरक्षक का कार्य करती है। जिन न्यूट्रॉनो को ग्रेफाइड या कंक्रीट की परिरक्षक दीवार अवशोषित कर लेती हैं वे न तो परमाणु भट्टी के काय मे सहायक होते हैं और न ही शृंखला अभिक्रिया मे ही और अधिक भाग लेते हैं।

अगर इस काय के दौरान बहुत अधिक न्यूट्रान बच निकलें तो शृंखला अभिक्रिया मंद हो जाएगी। वस्तुत एक न्यूनतम आकार से कम आकार होने पर परमाणु भट्टी बिलकुल काम नही करती। प्रयोग द्वारा ही यह पता लगाया जा सकता है कि कौन-सा आकार सबसे सुविधापूर्ण एव सतोषजनक है। हार्वेल मे सर जान कॉकक्राफ्ट तथा उसके सहकर्मियो को परमाणु भट्टी के लिए उपयुक्त आकार का पता लगाने के लिए



एक परमाणु भट्टी

सर्वप्रथम कुछ छोटी-छोटी प्रयोगात्मक परमाणु भट्टियाँ बनानी पड़ी थी।

परमाणु भट्टी मे प्रतिक्रिया की वास्तविक गति का नियन्त्रण सामान्यतया बोरोन या केडमियम की सुरक्षा छडो को अन्दर प्रविष्ट कराकर किया जाता है, ये दोनो तत्त्व न्यूट्रॉनो को बड़ी अच्छी तरह अवशोषित कर लेते हैं। यदि परमाणु भट्टी बहुत जल्दी गरम हो जाती हो तो और अधिक सुरक्षा छडो को अन्दर प्रविष्ट कराके इसे ठण्डा किया जा सकता है। अगर शृंखला अभिक्रिया बहुत मदगति से हो रही हो, तो कुछ सुरक्षा छडो को बाहर निकाल कर इसे तीव्र किया जा सकता है। परमाणु भट्टी की सारी की सारी प्रक्रिया का सामान्य औद्योगिक सयन्त्रो—जैसे गैस घर या गैस सयन्त्र—की तरह ही अच्छी प्रकार नियन्त्रित किया जा सकता है। इसमे सदेह नही कि परमाणु भट्टी रे

निकलने वाली रेडियोऐक्टिवता के समावित खतरे से बचाव के लिए अपेक्षाकृत अधिक सावधानी बरतने की आवश्यकता होती है। बस इसके अलावा परमाणु भट्टी को नियन्त्रित करने मे ऐसे कारखानो की अपेक्षा कुछ अधिक कठिनाई नही होती जिसमे काम करते-करते लोगो को बीसियो साल हो चुके हैं।

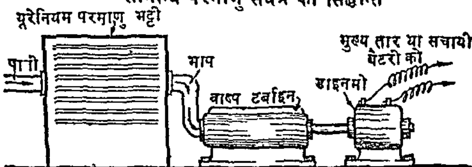
परमाणु भट्टी की कार्य पद्धति

इस बात का उल्लेख किया जा चुका है कि यूरेनियम-विखण्डन की प्रक्रिया से प्राप्त ऊष्मा का ही परमाणु बिजलीघरों में उपयोग किया जाता है। यहां सरलता के लिए यूरेनियम के विखण्डन के बारे में ही चर्चा की जाएगी यद्यपि हार्वेल मे तथा कवरलैण्ड में सेलाफील्ड्स के पास स्थित विंडस्केल के ब्रिटिश परमाणु बिजलीघर मे यूरेनियम की जगह कुछ अन्य पदार्थों का भी उपयोग किया गया है।

यद्यपि परमाणु भट्टी मे पूर्व वर्णित विधियों से ताप पर नियन्त्रण पाया जा सकता है लेकिन इस बारे मे एक समस्या यह पैदा होती है कि परमाणु भट्टी मे से ऊष्मा को प्राप्त करना आसान नही होता। यदि कोयले को जलाकर आग पैदा की जाए तो यह समस्या सामने नही आती, क्योंकि जहां भी ऊष्मा की आवश्यकता हो वहां आग जलाकर ऊष्मा पैदा की जा सकती है चाहे उसकी आवश्यकता भट्टी मे हो या बॉयलर के नीचे। लेकिन ऐसी व्यवस्था परमाणु भट्टी के द्वारा सभव नही है क्योंकि उसमे से निकलने वाले इलेक्ट्रानो या अन्य रेडियोऐक्टिव कणो से बचाव के लिए विशेष व्यवस्था की आवश्यकता होती है।

इसलिए परमाणु भट्टी मे से ऊष्मा प्राप्त करने के लिए नीचे दी हुई विधि काम मे लाई जाती है। इसमें पानी या किसी रासायनिक दृष्टि से निष्क्रिय गैस—जैसे नाइट्रोजन को पम्प कर दिया जाता है और फिर इसे पम्प करके बाहर निकाल लेते हैं। पानी या गैस परमाणु भट्टी

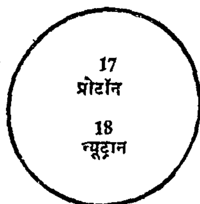
के अन्दर ही ऊष्मा का अवशोषण कर लेते हैं (हालांकि यह जरूरी नही है कि ये यूरेनियम या अन्य रेडियोऐक्टिव पदार्थ के वास्तविक सपर्क मे आए ही) और जब इन्हे फिर भट्टी में से पम्प करके बाहर निकाला जाता है तो या तो ये काफी ऊँचे तापमान पर होते हैं या इनकी भाप बन चुकी होती है। अब बॉयलरो को गर्म करने या जिन कारखानो मे शक्ति की आवश्यकता होती है उनमे अन्य कार्यो के लिए इसका उपयोग हो सकता है।



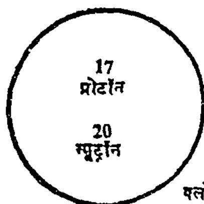
समस्थानिक (Isotopes)

आपको स्मरण होगा कि यूरेनियम के कई रूप मिलते हैं जिन्हे साधारणत यूरेनियम 235, 236 आदि नामो से पुकारते हैं। इस तथ्य की ओर कि तत्त्व का एक से अधिक रूपो मे अस्तित्व हो सकता है जिनमे रासायनिक दृष्टि से भेद नही किया जा सकता, लेकिन जिनका परमाणु भार अलग-अलग होता है पहले ध्यान नही दिया गया था। पहले-पहल जब परमाणु भारो को परिकलित किया गया तो तत्त्वो की सूची मे सबसे हलके तत्त्व हाइड्रोजन से लेकर सबसे भारी तत्त्व यूरेनियम तक में यह देखा गया कि उनमे से अनेक तत्त्वो के परमाणु भार पूर्ण सख्या मे नही थे। प्राय सभी भारी तत्त्व जिनके परमाणु भार भी अधिक, ये रेडियोऐक्टिव रूपो

क्लोरीन के दो रूप



क्लोरीन 35



क्लोरीन 37

मे मिल गए थे। लेकिन क्लोरीन गैस (जिसका परमाणु भार $35\frac{1}{2}$ है) जैसे हलके तत्व रेडियोऐक्टिव रूप मे नही मिले इसलिए यह मान लिया गया है कि ये स्थायी निश्चित परमाणु हैं जिन्हे साधारण रीति से तोडा नही जा सकता।

जैसे ही यह बात स्पष्ट हो गई कि सभी परमाणु प्रोटॉनो, न्यूट्रॉनो (जिनका भार ज्ञात है) और इलेक्ट्रॉनो (जो निश्चय ही बहुत हलके होते हैं) से बने होते हैं। यह बात बडी अनोखी प्रतीत हुई कि अपूर्ण संख्याओ वाले परमाणु भार कैसे हो सकते हैं। किसी प्रोटॉन या न्यूट्रॉन को आधा नही किया जा सकता तो यह कैसे सभव है कि क्लोरीन का परमाणु भार $35\frac{1}{2}$ हो ?

इस रहस्य का शीघ्र ही स्पष्टीकरण हो गया। क्लोरीन के दो रूप होते हैं जिनमें से एक का परमाणु भार 37 है और दूसरे का 35। ये दोनो ही रूप क्लोरीन के प्रत्येक प्राकृतिक नमूने मे मिले हुए होते हैं और इनके मिलने का अनुपात कुछ इस प्रकार होता है कि उसमे हलकी क्लोरीन के तीन भाग और भारी क्लोरीन का एक भाग होता है इस

प्रकार इस मिश्रित क्लोरीन का परमाणु भार $35\frac{1}{2}$ आता है।

आप एक बात स्पष्टतया समझ लें कि इन समस्थानिकों (यह नाम एक ही पदार्थ के भिन्न-भिन्न परमाणु भारवाले परमाणुओं को दिया गया है) में और कोई अन्तर नहीं होता। उनके यौगिक भी वही होते हैं और रसायनन के लिए वे बिलकुल एक समान होते हैं। क्योंकि परमाणु के रासायनिक गुणों को उन इलेक्ट्रॉनों की संख्या और रचना निर्धारित करती है जो इलेक्ट्रॉन केन्द्रीय नाभिक के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। समस्थानिकों में अन्तर वस्तुतः नाभिक का ही अन्तर है। सामान्यतः एक या उससे अधिक न्यूट्रॉनों की उपस्थिति या अभाव जो नाभिक के विद्युत् आवेश को नहीं बदलता और इसलिए इसका चक्कर काटते हुए इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर भी कोई प्रभाव नहीं पड़ता। नाभिक पर धनात्मक विद्युतावेश के द्वारा इलेक्ट्रॉनों की संख्या निर्धारित होती है और परमाणु स्वयं में विद्युत् उदासीन होते हैं।

परमाणु भट्टी का दूसरा सबसे महत्त्वपूर्ण उपयोग इन समस्थानिकों का उत्पादन है। यदि किसी रेडियोऐक्टिवताहीन पदार्थ (non-radio active) जैसे कोबाल्ट धातु—के कुछ परमाणु, परमाणु भट्टी में रख दिए जाएँ और उन्हें न्यूट्रॉन उत्सर्जित करने वाले यूरेनियम के संपर्क में लाया जाए तो कुछ गतिमान न्युट्रॉन कोबाल्ट के परमाणुओं में प्रविष्ट हो जाएँगे। कुछ न्यूट्रॉन इसके साथ चिपट जाएँगे और कोबाल्ट का समस्थानिक बनाएँगे जिसका परमाणु भार प्रकृति में मिलने वाले सामान्य कोबाल्ट से भिन्न होगा। कुछ अन्य तत्त्वों के नमूने को परमाणु भट्टी में रखने का भी परिणाम यह होगा कि वह एक ऐसा नमूना उत्पन्न करेगा जो स्वयं में रेडियोऐक्टिव होगा। इसमें और प्रकृति में मिलने वाले रूप में कोई रासायनिक भिन्नता नहीं पाई जाएगी, लेकिन यह कुछ-कुछ समय के अन्तर से प्रोटॉन, न्यूट्रॉन या इलेक्ट्रॉन विसर्जित करेगा।

चिकित्सा के लिए परमाणु का उपयोग

परमाणु भट्टी से प्राप्त इन समस्थानिको का एक अप्रत्याशित उपयोग चिकित्सा के क्षेत्र मे है। बीसवी सदी के आरम्भ मे इस बात का ज्ञान हो गया था कि रेडियम के प्रयोग से कसर (जो ऐसी बीमारी है जिसके कारण मानव-शरीर की कुछ कोशिकाएँ बहुत तेजी से बढने लगती हैं) का इलाज किया जा सकता है या उसको बढने से रोका जा सकता है। अस्पतालो मे ऐसी खोखली एव छोटी सुइयाँ इस्तेमाल की जाती थी जिनमे रेडियम या रेडॉन होता था। इन सुइयो को रोगी के कैंसर ग्रस्त भाग मे प्रविष्ट करा दिया जाता था जिसके प्रभाव से कोशिकाओ की अवाछित वृद्धि या तो मन्द पड जाती थी या पूर्णतया रुक जाती थी। इसे रेडियम चिकित्सक नाम दिया गया जो कैंसर मे कोशिकाओ की अवाछित वृद्धि को रोकने के कुछ ही सफल तरीको मे से एक है।

लेकिन इसका तभी सफलता से प्रयोग किया जा सकता था जब कि कैंसर शरीर की ऊपरी सतह के समीप ही हो, लेकिन इन सुइयो का जिगर या फेफडो मे अथवा किसी अन्य अदरूनी भाग पर प्रयोग करना सभव नही था।

फिर भी कुछ तत्त्व ऐसे भी हैं जो शरीर के किसी विशिष्ट अग मे पहुँचते हैं। अगर किसी ऐसे पदार्थों को जिसमे ये तत्त्व हो खा लिया जाए या सुई लगाकर रुधिर प्रवाह मे प्रविष्ट करा दिया जाए तो वह शरीर के उस विशिष्ट भाग मे चला जाएगा और वहाँ रुक जाएगा। यदि उस पदार्थ के परमाणुओ को परमाणु भट्टी मे रखकर रेडियोऐक्टिव बना लिया जाए तो वे उस अग मे रेडियोऐक्टिव कणो को प्रविष्ट करा देंगे और अब तो लगभग सभी तत्त्वो को रेडियोऐक्टिव रूपों मे बनाना भी सभव हो गया है। अत यूरेनियम भट्टी चिकित्सा के क्षेत्र मे सभवत ऐसी क्राति ला देगी जिसके द्वारा इस अत्यन्त रहस्यपूर्ण एव खतरनाक बीमारी का इलाज भी सभव हो जाएगा। निश्चय ही आज से पचास वर्ष पूर्व जब अनुसधान कर्ताओ ने परमाणु की सरचनाओ के बारे मे खोज शुरू की थी तो उन्होंने इस बात की कल्पना भी न की होगी।

चिकित्सा अनुसधान मे समस्थानिको का एक और तरह से भी प्रयोग हो सकता है। अनेक ऐसे पदाथ हैं जो किसी न किसी रूप मे मानव शरीर के लिए उपयोगी हैं। इसका एक उदाहरण नमक है, जिसकी सभी मनुष्यो और बहुत-से प्राणियो को बहुत थोडी मात्रा में आवश्यकता होती है। जब हम खाद्य पदार्थ म नमक डालकर खाते हैं तो हम सभवत भोजन को स्वादिष्ट बनाने के लिए ऐसा करते हैं। इसमे सदेह नही कि इससे भोजन स्वादिष्ट हो जाता है, लेकिन हमारी पाचनक्रिया को ठीक बनाए रखने के लिए इसकी आवश्यकता होती ही है। रसायन में नमक को सोडियम क्लोराइड कहते हैं। यह सोडियम धातु और क्लोरीन गैस का यौगिक है। यदि सोडियम के एक रेडियोऐक्टिव समस्थानिक का प्रयोग करे और इसके कुछ भाग का नमक बना लें तो एक विद्युत् यन्त्र द्वारा शरीर मे सोडियम की गतिविधियो को देखा जा सकता है। 1947 मे दो अमरीकी रसायनज्ञो ने इसी तरह से मनुष्य की पाचनक्रिया सम्बन्धी समस्याओ का अध्ययन किया, इस प्रकार सभवत कुछ समय मे मनुष्य के शरीर की क्रिया प्रणाली से सम्बन्धित अनेक रहस्यो का भी पता चल सके।

इसका यहाँ एक उदाहरण और दिया जा रहा है। एक अमरीकी विश्वविद्यालय के मेडिकल स्कूल ने रेडियोऐक्टिव लोह की बहुत थोडी-सी मात्रा लेकर अनुसधान काय किया। आपको मालूम ही होगा कि लोह स्वस्थ मानव के रुधिर का एक अत्यावश्यक अश है। रक्त दूषित होने का एक प्रकार रक्तक्षीणता (anaemia) की बीमारी हो जाना है जिसका कारण बहुत समय से रक्त मे लोहे की कमी हो जाना माना जाता रहा है। यह सभव है कि थोडे ही समय मे रेडियोऐक्टिव लोह के प्रयोग द्वारा रक्तक्षीणता का पूणरूप से इलाज किया जा सके।

इन रेडियोऐक्टिव तत्त्वो की बहुत थोडी मात्रा ही मानव-शरीर मे भेजी जाती है अन्यथा रेडियोऐक्टिवता शरीर के लिए हानिकारक भी हो सकती है। लेकिन गाइगर गणित्र (देखिए पृष्ठ 53) जैसे सुग्राही विकिरणमापी उपकरण के द्वारा विकिरण की बहुत कम मात्रा का भी पता लगाया जा सकता है और यह भी मालूम किया जा सकता है कि यह

विकिरण शरीर के किस भाग में आ रहा है।

इन्हें कभी कभी रेडियोऐक्टिव अनुज्ञापक (tracer) कहते हैं। चिकित्सा अनुसंधान में अनुज्ञापकों का प्रयोग बहुत अधिक बढ़ता जा रहा है। आरम्भ में अनुज्ञापक अमरीका से मंगाए जाते थे क्योंकि ब्रिटेन की अपेक्षा अमरीका ने विभिन्न प्रकार की परमाणु भट्टियों का बहुत तेजी से विकास किया। लेकिन ग्रेट ब्रिटेन के हार्वेल तथा अन्य परमाणु ऊर्जा केन्द्रों ने जबसे उत्पादन शुरू किया तब से ऐसे पदार्थ चिकित्सा अनुसंधान के लिए अधिकाधिक सुलभ होते जा रहे हैं।

इन अनुसंधानों के द्वारा पौधों की समस्याओं को हल करने का भी प्रयत्न हो सकता है। प्राकृतिक रबड़ में, जो कि पेड़ के रस से प्राप्त होती है, गंधक मिला होता है। रबड़ के लचीलेपन को बनाने में जिसके कारण रबड़ की मांग है गंधक का कितना योग होता है यह अभी तक मालूम नहीं हो सका है। इस समस्या को सम्भवत रेडियोऐक्टिव गंधक की सहायता से जल्दी ही हल किया जा सके जब वैज्ञानिक ऐसी कृत्रिम रबड़ भी बना सकेंगे जो हूबहू प्राकृतिक रबड़ की तरह की हो।

नए तत्त्व (New Elements)

इस पुस्तक के आरम्भ में इस बात का उल्लेख किया जा चुका है कि सबसे हलके तत्त्व हाइड्रोजन से लेकर सबसे भारी तत्त्व यूरेनियम तक प्रकृति में 92 तत्त्व मिलते हैं। परमाणु ऊर्जा के अनुसंधान के फलस्वरूप एक अप्रत्याशित बात यह हुई है कि नए तत्त्वों का निर्माण हुआ। ये तत्त्व ऐसे नहीं हैं जो पृथ्वी पर उपलब्ध तो हों, लेकिन कम मात्रा में मिलने के कारण दिखाई न पड़े हों। ये पूर्णतया नए तत्त्व हैं, जिनके बारे में कुछ ज्ञात नहीं था, क्योंकि उनका पृथ्वी पर अस्तित्व ही नहीं था।

यदि किसी परमाणु में से एक प्रोटॉन निकाल कर उस परमाणु

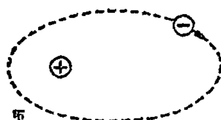
का अपेक्षाकृत सरल तत्त्व का परमाणु बनाना सम्भव है तो किसी परमाणु में एक और प्रोटॉन मिला कर परमाणु को अधिक जटिल तत्त्व का परमाणु भी बनाना सम्भव होना चाहिए। यह प्रक्रिया आसान नहीं है, लेकिन ऐसा करना सम्भव है और किया भी गया है।

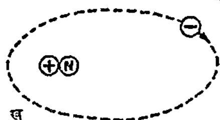
इनमें से प्रथम तथाकथित परायूरेनियम तत्त्व (अर्थात् यूरेनियम के बाद के तत्त्व) का निर्माण 1940 में मैकमिलन और एबलसन नामक दो अमरीकी वैज्ञानिकों ने किया था। इसका नाम 'नेपच्यूनियम' रखा गया। इसके बाद तत्त्वों की सूची में 94वें तत्त्व प्लूटोनियम का शिकागो में निर्माण हुआ। यह तत्त्व यूरेनियम से भी अधिक रेडियोऐक्टिव है और कुछ परमाणु भट्टियों में इसका भी प्रयोग किया गया है। इसके बाद अन्य अनेक तत्त्व भी बनाए गए हैं इनमें से दो तत्त्व अमेरीकियम (यह नामकरण इस बात को सूचित करने के लिए रखा गया कि ऐसे अनेक तत्त्वों का सृजन अमरीकी वैज्ञानिकों की प्रतिभा से हुआ है) और क्यूरियम (इसका नाम पियरे क्यूरी और मरी क्यूरी के नाम पर रखा गया है) हैं। इसमें संदेह नहीं कि भविष्य में और भी ऐसे तत्त्व बनाए जाएँगे यद्यपि ऐसा प्रतीत होता है कि उच्च परमाणुभार वाले तत्त्व कम स्थायी होंगे और उनको बनाना और भी अधिक कठिन होगा। इनकी संख्या सौ तक तो पहुँच चुकी है और 101वाँ तत्त्व पहचाना जा चुका है।

इन नए तत्त्वों की अभी तक कोई विशेष व्यावहारिक उपयोगिता नहीं है (प्लूटोनियम को इसका अपवाद कहा जा सकता है)। लेकिन विज्ञान की अधिकांश शाखाओं में यह नहीं कहा जा सकता कि कब किसी बिलकुल ही सामान्य-सी वस्तु की कोई ऐसी अप्रत्याशित उपयोगिता सामने आ जाएगी जिसकी किसी को स्वप्न में भी आशा न होगी। इन तत्त्वों के निर्माण का कम से कम इतना महत्त्व तो है ही कि मनुष्य अपनी प्रयोगशालाओं में ऐसे नवीन पदार्थों का निर्माण सफलतापूर्वक कर सकता है जिनको यदि वैज्ञानिक नहीं बनाते तो उनका कभी भी अस्तित्व ही न होता।

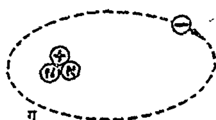
हाइड्रोजन वम

पिछले कुछ पृष्ठो म जो कुछ लिखा गया है उसमे यह तो स्पष्ट हो ही जाता है कि परमाणु ऊर्जा का उपयाग पूर्णतया या मुख्यतया भी विनाशात्मक उद्देश्यो तक ही सीमित नहीं है चाहे इस बारे म सनसनी फैलाने वाले समाचारपत्रो का कुछ भी मत क्यो न हो। यदि परमाणु का सही ढग से उपयोग किया जाए तो इसका कई प्रकार से मानवजाति के कल्याण के लिए उपयोग किया जा सकता है। यह हम नए और शक्ति के समृद्ध स्रोत प्रदान कर सकता है। यह हमे शरीर की क्रिया प्रणाली के बारे मे नई अन्तर्दृष्टि प्रदान करके घातक और रहस्यपूर्ण रोगो के इलाज की दिशा मे महत्वपूर्ण योग दे सकता है।





हाइड्रोजन के समस्थानिक
क साधारण हाइड्रोजन
ख भारी हाइड्रोजन (ड्यूटेरियम)
ग ट्राइटियम
⊕ =प्रोटॉन ⊖ = इलेक्ट्रॉन
Ⓝ =न्यूट्रॉन



लेकिन लोगो का सबसे अधिक ध्यान परमाणु बम की ओर गया। 1953 और 1954 म समाचारपत्रो म एक नए बम की चर्चा भी चली थी। इसे 'हाइड्रोजन बम' कहा जाता है। यह एक भिन्न प्रकार की शृखला अभिक्रिया पर आधारित है, यह अभिक्रिया बहुत अधिक प्रचड गति से होती है, एक बार शुरू होने पर इस क्रिया को रोकना सम्भव नही होता, इससे बहुत ही भयकर विस्फोट होता है और बहुत अधिक

ऊष्मा पैदा होती है।

इससे पूर्व (पृष्ठ 37 पर) जब समस्थानिकों पर विचार किया गया था तो वहां हाइड्रोजन के समस्थानिक के बारे में कुछ भी उल्लेख नहीं किया गया। हाइड्रोजन सभी तत्वों से हलका तत्व है। इसकी रचना एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन से हुई है जिसमें इलेक्ट्रॉन प्रोटॉन के इर्द-गिर्द चक्कर लगाता है। यदि इसके नाभिक में एक न्यूट्रॉन मिला दिया जाए तो इससे हाइड्रोजन के परमाणु में रासायनिक दृष्टि से कोई परिवर्तन नहीं होगा लेकिन इसका परमाणुभार दुगुना हो जाएगा। इसे 'भारी हाइड्रोजन' या 'ड्यूटेरियम' (deuterium) कहते हैं, और आक्सीजन के साथ मिलकर इसका जो यौगिक बनता है उसे 'भारी पानी' (heavy water) कहते हैं इसके अलावा हाइड्रोजन का एक और भी समस्थानिक है जो दुर्लभ होता है, इसे 'ट्राइटियम' (tritium) कहते हैं और इसका परमाणुभार 3 होता है।

यदि भारी हाइड्रोजन में कुछ परिवर्तन हो तो इससे भयंकर ऊष्मा पैदा होती है इससे इतनी ही मात्रा के यूरेनियम 235 से भी कहीं अधिक ऊर्जा निकलती है। अगर आपको याद हो कि यूरेनियम के एक परमाणु के बराबर भार प्राप्त करने के लिए भारी हाइड्रोजन के 117 परमाणुओं की जरूरत होती है और भारी हाइड्रोजन का प्रत्येक परमाणु एक न्यूट्रान मोचित कर सकता है तो आगे की सम्भावनाओं का आप स्वयं अनुमान कर सकते हैं। हाइड्रोजन बम का निर्माण इसी कल्पना के आधार पर हुआ। लेकिन इस बम के फ्यूज के रूप में साधारण परमाणु बम का प्रयोग होता है। भारी हाइड्रोजन को हीलियम में परिवर्तित करने के लिए कम से कम लगभग 10 लाख डिग्री ताप की आवश्यकता होती है, इतना पृथ्वी पर ताप अधिक पैदा करने का एक ही तरीका है और वह है परमाणु बम के विस्फोट द्वारा।

हाइड्रोजन बमों के परीक्षण किये जा चुके हैं। 1954 में ऐसे ही एक बम ने प्रशान्त महासागर में रेडियोऐक्टिव धूलि विकीर्ण कर दी थी। हाल ही के कुछ वर्षों में वैज्ञानिकों ने हाइड्रोजन से हीलियम में परिवर्तन का रचनात्मक कार्यों के लिए प्रयोग करने की कोशिश की है। जीटा

मशीन इसी दिशा में एक प्रयत्न है जिसका 1958 में हार्वेल में परीक्षण किया गया था। इस प्रयास में यद्यपि सफलता नहीं मिली थी लेकिन इस बारे में जरा भी संदेह की गुंजाइश नहीं है कि इस प्रयत्न में कभी न कभी सफलता अवश्य मिलेगी और फिर शक्ति का असीम स्रोत सुलभ हो जाएगा। समुद्र के पानी में भारी हाइड्रोजन बहुत थोड़े अनुपात में होती है और यदि हम समुद्र के पानी से ऊर्जा प्राप्त कर सकें तो भविष्य में क्या कुछ हो जाएगा इसका अंदाजा भी नहीं लगाया जा सकता।

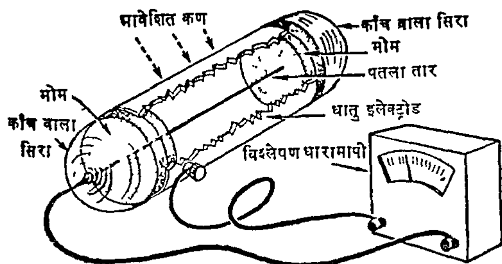
शायद आपको यह प्रतीत हो कि पिछले दो तीन पृष्ठों का विवरण कुछ निराशाजनक है। वास्तव में वैज्ञानिक और राजनीतिज्ञ दोनों ही इस बात पर सहमत हैं कि परमाणु ऊर्जा के विनाशकारी पक्ष पर नियंत्रण स्थापित होना चाहिये। वे इन विनाशकारी तत्वों पर नियंत्रण स्थापित करने में कहाँ तक सफल होते हैं इसी बात पर विश्व का भविष्य निर्भर है।

गाइगर गणित्र (Geiger Counter)

इस बात की कल्पना करना कुछ कठिन प्रतीत होता है कि किस प्रकार कुछ (या एक ही) आवेशित कणों को पहचाना जा सकता है। फिर भी कभी-कभी यह जानना आवश्यक हो जाता है कि किसी द्रव्य में थोड़ी-सी ही मात्रा में कोई रेडियोऐक्टिव पदार्थ तो नहीं है।

थोड़ी-सी भी मात्रा में आवेशित कणों की उपस्थिति को मालूम करने के लिए जिस उपकरण का उपयोग होता है उसे 'गाइगर गणित्र' (Geiger Counter) कहते हैं। इस उपकरण का यह नाम लॉर्ड रदरफोर्ड के एक अन्य सहायक हैंस गाइगर के नाम पर रखा गया है।

इस उपकरण में एक बेलनाकार कक्ष होता है (देखिए आलेख) जिसमें हवा या कोई अन्य गैस बहुत कम दाब पर भरी होती है इसके इलेक्ट्रोड (जिनमें एक पीतल की नली होती है और दूसरा पतला तार जो कक्ष के मध्य एक सिरे से दूसरे सिरे तक जाता है) एक विश्लेषण धारामापी

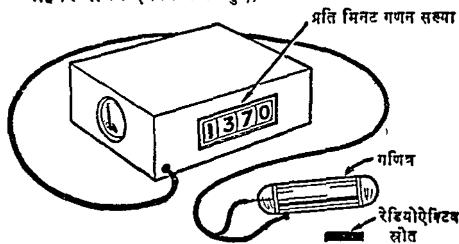


गाइगर गणित्र का सिद्धांत

(Volta meter) से जुड़े हुए होते हैं। इसमे वोल्टता इतनी कम होती है कि स्फुलिंग गैस मे से होकर नही गुजर पाता। जब कोई आवेशित कण कक्ष मे प्रविष्ट होता है तो इसकी वोल्टता एकदम बढ जाती है और विश्लेषण-धारामापी इसे रिकार्ड कर लेता है।

शायद इसे बनाना कुछ जटिल प्रतीत हो, लेकिन इसका उपयोग करना बहुत आसान है। इसके साथ यांत्रिक गणन साधनो को (जैसे कि डाकखानो मे टेलीफोन कॉलो की संख्या को अंकित करने के लिए प्रयुक्त

गाइगर गणित्र (कार्य करते हुए)



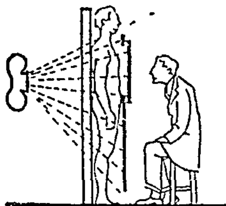
होते हैं) भी सलग्न किया जा सकता है ताकि जब-जब विश्लेपण-धारामापी की सूई घूमे तब-तब एक ग्रव ग्रकित हो जाए। कब्रिज की कवेंडिश प्रयोग-शाला मे एक मिनट म 10,000 कणो को ग्रकित किया जा चुका है। विकल्पत, परिपथ के बीच म लाउडस्पीकर भी लगाया जा सकता है। क्लिक की ध्वनि कणो के ग्राने की सूचना देती है।

ऐक्स-किरणे (X-Rays)

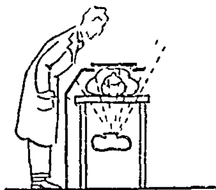
परमाणु परिवतन का एक ऐसा पक्ष भी है जिसका ग्रभी तक उल्लेखमात्र किया गया है, लेकिन विज्ञान की ग्रनेक शाखाग्रो मे इसके बहुत-से महत्त्वपूण उपयोग हैं। जब कोई रेडियोऐक्टिव पदाथ—उदाहरण *के लिए रेडियम—विघटित होता है तो यह एक से ग्रधिक प्रकार के कणा* को विसर्जित करता है। इनमे से कुछ पर विद्युत का धनावेश होता है ग्रौर कुछ पर ऋणावेश। ग्रापको याद होगा कि यह कुछ ग्रत्यधिक तीक्ष्ण किरणे भी छोडता है। ये द्रव्य-कण नही ग्रपितु किरणें या तरगें होती हैं जो प्रकाश की उन तरगो की ही तरह गति करती हैं जो ग्राख के पश्च भाग मे स्थित सवेदी परत पर, जिसे डाक्टर रैटिना कहते हैं, पहुचने पर हमे विभिन्न वस्तुग्रो का बोध कराती हैं।

ये किरणे वास्तव मे प्रकाश तरगो के ही समान होती हैं, ग्रतर केवल यही होता है कि इनका तरगदैध्य (Wave length) भिन्न होता है। एक तरग के शिखर से दूसरी तरग के शिखर तक की ग्रौसत दूरी साधारण दृश्य प्रकाश तरगो की दूरी से बहुत कम होती है। मनुष्य की ग्राखे तरग दैध्य के बहुत ही सीमित परास तक ही देख पाती है। बहुत कम तरग दैध्य वाली तरगो को ऐक्स-किरणे कहते हैं।

ऐक्स-किरणो के विभिन्न स्रोत पाए गए हैं। इन्हे प्राप्त करने का एक स्रोत साधारण क्रुक्स नली मे से इलेक्ट्रॉनो का प्रवाह है। यह सभी ग्रन्य स्रोतो से ग्रधिक महत्त्वपूण है क्योकि डाक्टरी काम मे इसी का प्रयोग



स्क्रीनिंग स्टैंड



काउच स्टैंड

सुरक्षा आवरण सहित ऐक्स किरण उपकरण (कार्य करते हुए)

होता है। जब ऋक्स नली मे इलेक्ट्रॉन निकलने वालेव इलेट्रोन के सामने वाले सिरे के इलेक्ट्रोड पर तेज प्रवाह वाले इलेक्ट्रॉनो को प्रहार करने दिया जाता है तो इलेक्ट्रोड से ऐक्स-किरण पुंज बाहर निकलता है।

ऐक्स-किरणो का तरंग दैर्घ्य बदला जा सकता है। तरंग दैर्घ्य के अनुसार किरणो की वेधन-शक्ति भी बदलती रहती है। इनमे से जो सर्वाधिक तीक्ष्ण होती है वे 12 इंच मोटी धातु की प्लेट मे से भी गुजर सकती हैं। चिकित्सा के क्षेत्र मे जिन ऐक्स-किरणो का प्रयोग होता है उनकी अपेक्षा ये बहुत अधिक तीक्ष्ण होती हैं।

ऐक्स-किरणो का सबसे अधिक महत्त्व इस बात मे है कि उनका उपयोग मनुष्य शरीर की अवस्था की जाँच के लिए किया जा सकता है। अगर कोई बच्चा पिन निगल जाए तो उसके गले और पेट का ऐक्स-किरण फोटो लेकर यह पता चल सकता है कि पिन कहाँ है? और फिर उसकी सहायता से डॉक्टर ऑपरेशन करके इसे बाहर निकाल सकता है।

पिछले कुछ वर्षो मे बडे पैमाने पर देश भर मे फेफडो की जाँच के ऐक्स-रे फोटो लिए गए ताकि यह पता लग सके कि किसी व्यक्ति के तपेदिक जैसी घातक बीमारी के कारण या किसी और कारण से फेफडे रोगग्रस्त तो नही हैं और यदि ऐसी आशंका हो तो उनका यथासमय इलाज किया जा सके। इस उद्देश्य से यदि कोई व्यक्ति ऐक्स रे करवाना

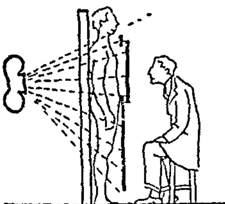


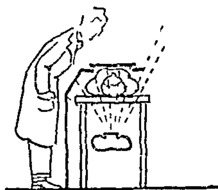
11463 परमाणु ऊर्जा स्टेशन का एक दृश्य

रेडियोऐक्टिवता से रक्षा करती है। जब रेडियोऐक्टिव के उन बक्सों में से निकालना होता है जिनमें उसे बंद कर तो उस समय भी एक सुरक्षी नकाब पहननी पड़ती है। ' में दिए हुए मालेख से उन नए कारखानों के आकार, विस् में कुछ अंदाजा लगाया जा सकता है जिनका आजकल नि

जो भी व्यक्ति परमाणु के विकास के लिए काम उसे इस काम के लिए विशेष प्रशिक्षण लेना होगा। इस भी विश्वविद्यालय में पाया जा सकता है। इसका अभि पहले ऑनर्स के साथ स्नातक परीक्षा पास करनी हो संभवतः कुछ नियत अवधि के लिए किसी ऐसे प्राध्यापक की देखरेख में काम करना होगा जो परमाणु संबंधी शाखा में विशेषज्ञता प्राप्त कर रहा हो।

ग्रेट ब्रिटेन में ऐसी सभी नियुक्तियाँ यूनाइटेड एनर्जी अथॉरिटी द्वारा की जाती हैं जो ऐसी सभी करने वाले सभी कारखानों पर अपना नियंत्रण रख





स्क्रीनिंग स्टैंड काउच स्टैंड
सुरक्षा आवरण सहित ऐक्स किरण उपकरण (काम करते हुए)

होता है। जब नुस्स नली मे इलेक्ट्रॉन निकलने वालेव इलेट्रोड के सामने वाले सिरे के इलेक्ट्रोड पर तेज प्रवाह वाले इलेक्ट्रॉनो को प्रहार करने दिया जाता है तो इलेक्ट्रोड से ऐक्स-किरण पुंज बाहर निकलता है।

ऐक्स-किरणो का तरग दै य बदला जा सकता है। तरग दैर्य के अनुसार किरणा की वेधन-शक्ति भी बदलती रहती है। इनमे से जो सर्वाधिक तीक्ष्ण होती है वे 12 इच मोटी धातु की प्लेट मे से भी गुजर सकती हैं। चिकित्सा के क्षेत्र मे जिन ऐक्स-किरणो का प्रयोग होता है उनकी अपेक्षा ये बहुत अधिक तीक्ष्ण होती हैं।

ऐक्स-किरणो का सबसे अधिक महत्त्व इस बात मे है कि उनका उपयोग मनुष्य शरीर की अवस्था की जाच के लिए किया जा सकता है। अगर कोई बच्चा पिन निगल जाए तो उसके गले और पेट का ऐक्स-किरण फोटो लेकर यह पता चल सकता है कि पिन कहा है ? और फिर की सहायता से डॉक्टर ऑपरेशन करके इसे बाहर निकाल सकता है।

पिछले कुछ वर्षों मे बडे पैमाने पर देश भर मे फेफडो की जॉच के ... गए ताकि यह पता लग सके कि किसी व्यक्ति ... री के कारण या किसी और कारण से फेफडे ... दि ऐसी आशका हो तो उनका यथासमय ... से यदि कोई व्यक्ति ऐक्स रे करवाना

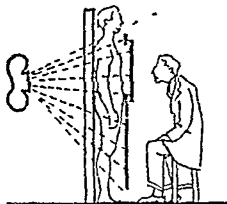
होते हैं) भी सलग्न किया जा सकता है ताकि जब-जब विश्लेषण-धारामापी की सूई घूमे तब-तब एक अंक अंकित हो जाए। केंब्रिज की कैवेंडिश प्रयोगशाला मे एक मिनट म 10,000 कणो को अंकित किया जा चुका है। विकल्पत, परिपथ के बीच मे लाउडस्पीकर भी लगाया जा सकता है। क्लिक की ध्वनि कणो के आने की सूचना देती है।

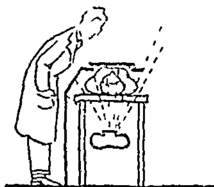
ऐक्स-किरणे (X-Rays)

परमाणु परिवतन का एक ऐसा पक्ष भी है जिसका अभी तक उल्लेखमात्र किया गया है, लेकिन विज्ञान की अनेक शाखाओ मे इसके बहुत-से महत्त्वपूण उपयोग हैं। जब कोई रेडियोऐक्टिव पदाथ—उदाहरण के लिए रेडियम—विघटित होता है तो यह एक से अधिक प्रकार के कणा को विसर्जित करता है। इनमे से कुछ पर विद्युत का धनावेश होता है और कुछ पर ऋणावेश। आपको याद होगा कि यह कुछ अत्यधिक तीक्ष्ण किरण भी छोडता है। ये द्रव्य-कण नही अपितु किरणें या तरगे होती हैं जो प्रकाश की उन तरगो की ही तरह गति करती हैं जो आँख के पश्च भाग मे स्थित सवेदी परत पर, जिसे डाक्टर रैटिना कहते हैं, पहुचने पर हमे विभिन्न वस्तुओ का बोध कराती हैं।

ये किरणे वास्तव मे प्रकाश तरगो के ही समान होती हैं, अतर केवल यही होता है कि इनका तरगदैर्घ्य (Wave length) भिन्न होता है। एक तरग के शिखर से दूसरी तरग के शिखर तक की औसत दूरी साधारण दृश्य प्रकाश तरगो की दूरी से बहुत कम होती है। मनुष्य की आँखे तरग दैर्घ्य के बहुत ही सीमित परास तक ही देख पाती है। बहुत कम तरग दैर्घ्य वाली तरगो को ऐक्स किरणे कहते हैं।

ऐक्स-किरणो के विभिन्न स्रोत पाए गए हैं। इन्हे प्राप्त करने का एक स्रोत साधारण शुन्य नली मे से इलेक्टॉनो का प्रवाह है। यह सभी अन्य स्रोतो से अधिक महत्त्वपूण है क्योकि डाक्टरी काम मे इसी का प्रयोग





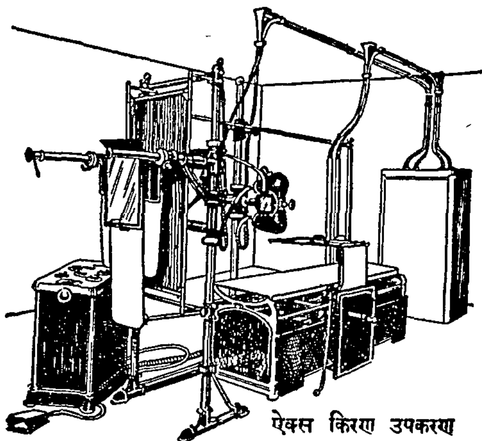
सुरक्षा आवरण सहित ऐक्स किरण उपकरण (कार्य करते हुए)

होता है। जब शून्य नली में इलेक्ट्रॉन निकलने वाले इलेक्ट्रोड के सामने वाले सिरे के इलेक्ट्रोड पर तेज प्रवाह वाले इलेक्ट्रॉनों को प्रहार करने दिया जाता है तो इलेक्ट्रोड से ऐक्स-किरण पुंज बाहर निकलता है।

ऐक्स-किरणों का तरंग दैर्घ्य बदला जा सकता है। तरंग दैर्घ्य के अनुसार किरणों की वेधन-शक्ति भी बदलती रहती है। इनमें से जो सर्वाधिक तीक्ष्ण होती हैं वे 12 इंच मोटी धातु की प्लेट में से भी गुजर सकती हैं। चिकित्सा के क्षेत्र में जिन ऐक्स-किरणों का प्रयोग होता है उनकी अपेक्षा ये बहुत अधिक तीक्ष्ण होती हैं।

ऐक्स-किरणों का सबसे अधिक महत्त्व इस बात में है कि उनका उपयोग मनुष्य शरीर की अवस्था की जांच के लिए किया जा सकता है। अगर कोई बच्चा पिन निगल जाए तो उसके गले और पेट का ऐक्स-किरण फोटो लेकर यह पता चल सकता है कि पिन कहां है? और फिर उसकी सहायता से डॉक्टर ऑपरेशन करके इसे बाहर निकाल सकता है।

पिछले कुछ वर्षों में बड़े पैमाने पर देश भर में फेफड़ों की जांच के ऐक्स-रे फोटो लिए गए ताकि यह पता लग सके कि किसी व्यक्ति के तपेदिक जैसी घातक बीमारी के कारण या किसी और कारण से फेफड़े रोगग्रस्त तो नहीं हैं और यदि ऐसी आशंका हो तो उनका यथासमय इलाज किया जा सके। इस उद्देश्य से यदि कोई व्यक्ति ऐक्स रे करवाना



ऐक्स किरण उपकरण

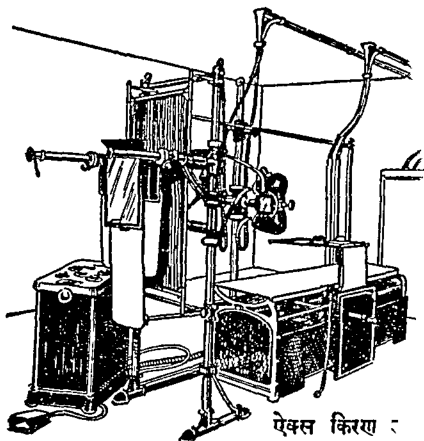
चाहे तो वह निश्शुल्क करा सकता है।

धातुओं की बनावट का अध्ययन करने के लिए भी ऐक्स-किरणों का प्रयोग किया जाता है। ढलाई के सामान को उपयोग में लाने से पूर्व उस में यदि ढलाई के कोई दोष हो तो उन्हें भी मालूम किया जा सकता है। इन का क्रिस्टलों की बनावट को समझने के लिए भी उपयोग किया गया है जिससे यह पता चला है कि किसी क्रिस्टलीय पदार्थ में परमाणु जिस प्रकार विन्यस्त होते हैं उन्हें बताने वाले आरेख जैसे कि पृष्ठ 2 के आरेख क्रिस्टलों की बनावट ठीक-ठीक दर्शाते हैं।

परमाणु ऊर्जा का भावी रूप

इस प्रकार हम देखते हैं कि परमाणु ऊर्जा का उपयोग केवल विनाश के लिए ही नही होता। यह सभव है कि यदि हाइड्रोजन बम का प्रयोग किया गया तो सभ्य जगत् का विनाश हो जाए, लेकिन ऐसा प्रतीत होता है कि वैज्ञानिको और राजनीतिज्ञो को अन्तत इसके प्रयोग को रोकने के लिए कुछ न कुछ अवश्य करना पडेगा क्योकि जिन्हे सिविल रक्षा के उपाय कहा जाता है वे वास्तव मे परमाणु आक्रमण के प्रभाव को कुछ कम करने का प्रयत्नमात्र हैं। अगर कभी परमाणु युद्ध छिड ही जाए तो ये उपाय न तो पूर्णतया प्रभावशाली सिद्ध हो सकते हैं और न ही ये किंचित भी सतोषपूर्ण ढग से व्यापक सहार को ही रोक सकते हैं। एक आधुनिक विशेषज्ञ ने तो यहाँ तक कहा है कि ग्रेट ब्रिटेन मे योग्य स्थलो पर डाले गये केवल आठ हाइड्रोजन बम ही वहाँ के समस्त उद्योगो को समाप्त कर देने मे सफल होगे।

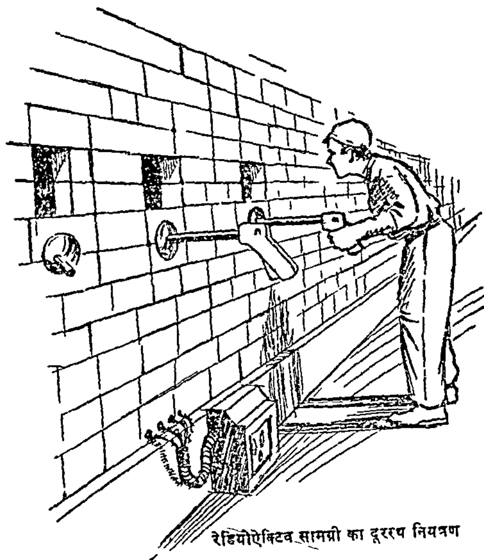
यदि परमाणु सहार को गैर कानूनी घोषित कर दिया जाए तो जैसा कि उल्लेख किया जा चुका है विश्व-कल्याण के लिए परमाणु के उपयोग की असख्य सभावनाएँ हैं। अतीत मे कई निराशापूर्ण व्यक्तियों ने इस बात की सभावना की ओर ध्यान दिलाने का प्रयत्न किया था कि जब धरती के नीचे के सारे कोयले का उपयोग किया जा चुकेगा तो क्या होगा। कुछ ही समय पूर्व यही बात खनिज तेलो के भडार के बारे मे कही गई थी। इसमे ज़रा भी सदेह नही कि जितनी तेज़ी से खनिज तेलो का उपयोग किया जा रहा है उतनी तेजी से नए खनिज तेलो के क्षेत्रो की की खोज नही हो रही है। अब इस बात की सभावना दिखाई दे रही है कि पृथ्वी के सपूण कोयले और तेल के भडारो का उपयोग करने से पूर्व ही परमाणु भट्टी, जिसके द्वारा बडे-बडे बिजलीघर चलाए जाने लगे हैं, मानव की ऊष्मा, प्रकाश और शक्ति की आवश्यकताओ के स्रोत के रूप मे तेल के कुँओ और कोयले की खानो का स्थान ग्रहण कर लेगी। इसमें सदेह नही कि दुनिया मे यूरेनियम के स्रोत भी ऐसे नही हैं कि वे कभी समाप्त न हो, लेकिन फिर भी वे काफी प्रचुर हैं और इसके साथ ही साथ



ऐक्स किरण र

चाहे तो वह निश्शुल्क करा सकता है।

धातुओं की बनावट का अध्ययन करने के लिए भी का प्रयोग किया जाता है। ढलाई के सामान को उपयोग मे ल मे यदि ढलाई के कोई दोष हो तो उन्हे भी मालूम किया जा का क्रिस्टलो की बनावट को समझने के लिए भी उपयोग जिससे यह पता चला है कि किसी क्रिस्टलीय पदार्थ मे पर विन्यस्त होते हैं उन्हे बताने वाले आरेख जैसे कि पृ क्रिस्टलो की बनावट ठीक-ठीक दर्शाते हैं।



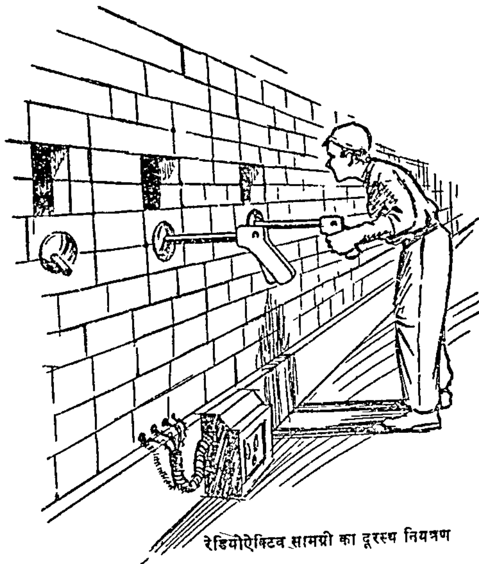
रेडियोऐक्टिव सामग्री का दूरस्थ नियन्त्रण

अभी से परमाणु भट्टियो मे से प्रकृति में उपलब्ध होने वाले यूरेनियम के बजाए कृत्रिम रूप से निर्मित प्लूटोनियम का प्रयोग होने लगा है।

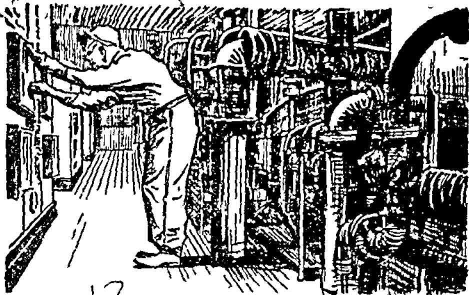
यही बात अन्य देशो मे भी होगी। परमाणु बमो का निर्माण तो धन और समय की बरबादी है लेकिन परमाणु भट्टी मानव हित के लिए परमाणु प्रदान करती है और इसमे लगे धन के लाभ को अपेक्षाकृत कम समय मे ही अनुभव किया जाने लगेगा। हार्वेल मे जीटा मशीन (देखिए पृष्ठ 52) के बारे मे किए गए परीक्षणो से भविष्य के बारे मे नवीन आशाओ का सचार होता है।

परमाणु उद्योग मे रोजगार

यदि आप परमाणु उद्योग मे रोजगार चाहते हो अर्थात् हार्वेल, रिसले या विडस्केल मे अधिक आकर्षक पदो पर काम करना चाहते हो तो आपको किसी विश्वविद्यालय से भौतिकी मे स्नातक परीक्षा पास करनी होगी। इन सभी जगहो म अन्य इन्जीनियरी सयत्रो के समान इजीनियरी नक्शानवीसो (ड्राफ्ट्समैन) तथा अन्य कामगरो के लिए भी काम की गुजाइश है। पृष्ठ 53-55 के चित्रो से सहज ही अनुमान लगाया जा सकता है कि वहा कैसे काम होता है। जिन वर्क्सो मे रेडियोऐक्टिव अयस्क (ore) आता है वे सीलबद होते हैं। इन वर्क्सो मे से अयस्क के निकालने मे पर्याप्त सावधानी बरतना आवश्यक होता है। वस्तुत यहा प्रयुक्त होने वाली सामग्री के साथ प्रत्यक्ष रीति से सपर्क मे नही आ सकते, केवल उपकरणो की सहायता से ही इनका पर्यवेक्षण किया जाना है इत्यादि। इस प्रकार की सावधानियो को छोडकर ये रोजगार परमाणु ऊर्जा उद्योग के लिए कोई विशेष नहा हैं। ये उसी प्रकार के काम हैं जिस प्रकार के विद्युत् उद्योग या खनन उद्योग म होते हैं। यहां जिन सामग्रियो से वास्ता पडता है उनमे से अनेक खतरनाक होती हैं। उन्हे तभी प्रयोग म ला सकते हैं जब उसका उपयोग करने वाला कर्मी मोटी दीवार के पीछे हो जो उसकी



रेडियोऐक्टिव सामग्री का दूरस्थ नियंत्रण



परमाणु ऊर्जा स्टेशन का एक दृश्य

रेडियोऐक्टिवता से रक्षा करती है। जब रेडियोऐक्टिव सामग्री को धातु के उन बक्सो में से निकालना होता है जिनमे उसे बद करके रखा जाता है तो उस समय भी एक सरक्षी नकाब पहननी पडती है। इस पुस्तक के अत में दिए हुए आलेख से उन नए कारखानो के आकार, विस्तार आदि के बारे में कुछ अदाजा लगाया जा सकता है जिनका आजकल निर्माण हो रहा है।

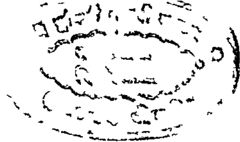
जो भी व्यक्ति परमाणु के विकास के लिए काम करना चाहता है उसे इस काय के लिए विशेष प्रशिक्षण लेना होगा। इसका प्रशिक्षण किसी भी विश्वविद्यालय मे पाया जा सकता है। इसका अभिप्राय यह है कि उसे पहले ऑनर्स के साथ स्नातक परीक्षा पास करनी होगी और उसके बाद समवत कुछ नियत अवधि के लिए किसी ऐसे प्राध्यापक या स्टॉफ के सदस्य की देखरेख मे काय करना होगा जो परमाणु सबधी समस्याओ के अनुसधान मे विशेषज्ञता प्राप्त कर रहा हो।

ग्रेट ब्रिटेन मे ऐसी सभी नियुक्तिया यूनाइटेड किंगडम ऐटॉमिक एनर्जी अथॉरिटी द्वारा की जाती हैं जो ऐसी सभी प्रायोजनाओ पर काम करने वाले सभी कारखानो पर अपना नियत्रण रखती है। समाचारपत्रों

मे समय-समय पर पदो के लिए विज्ञापन निकलते हैं लेकिन इन स्थानो पर केवल प्रशिक्षण प्राप्त व्यक्ति ही चुने जाते हैं। ऐसे लोग जिनके पास पहले कोई योग्यता न हो उनके प्रशिक्षण की अभी कोई व्यवस्था नही है। इसका एकमात्र अपवाद ऐक्स-रे उद्योग है (जो इसी विषय की एक ऐसी शाखा है जिसमे अधिकाश खाली स्थान होते हैं)। देशभर के अधिकाश बडे हस्पतालो मे ऐक्स-रे विभाग हैं। यह काम बडा आवश्यक और लाभप्रद है, जो भी व्यक्ति इस कार्य मे रुचि रखता है उसे अपने निकटतम हस्पताल से सपर्क स्थापित करने की सलाह दी जाती है जहाँ से इस सबध मे प्रशिक्षण, वेतन तरक्की की सभावना आदि के बारे मे उसे सूचना मिल सकती है। यूनाइटेड किंगडम ऐटॉमिक एनर्जी अथॉरिटी का लदन स्थित कार्यालय 11 चार्ल्स II स्ट्रीट, लदन, एस डब्ल्यू 1 मे है।



रेडियोऐक्टिव पदार्थ के सीलबद बक्स को खोलना



विंडस्केल, कबरलैंड की परमाणु भट्टी

पुस्तक मे प्रयुक्त पारिभाषिक शब्द

अणु (molecule)—तत्वो का सयोग।

इलेक्ट्रॉन (electron)—वह छोटा कण जो सभी परमाणुओ मे पाया जाता है और जिस पर ऋण-विद्युत् आवेश होना है।

इलेक्ट्रोड (electrode)—किमी नली या अन्य पात्र मे प्रवेशित एसी प्लेट, छड या तार जो तार द्वारा विद्युत् स्रोत से - बद्ध हो।

ऐक्स किरणे (X-rays)—रेडियो ऐक्टिव तत्वो द्वारा उत्सर्जित द्रव्य पर इलेक्ट्रॉनो के प्रहार के फलस्वरूप उत्पन्न होने वाली कम तरग-दैर्घ्य वाली किरणें।

ऐल्फा कण (alpha particles)—अनेक रेडियो ऐक्टिव तत्वो से निकलने वाले हीलियम के आवेशित नाभिक।

क्रिस्टल (crystal)—किसी नियत आकार के पदार्थ का अश जिसके परमाणु विशेष क्रम और तरतीब मे विन्यस्न होते हैं।

गाइगर गणित्र (geiger counter)—किसी विशिष्ट स्थान म आवेशित कणो की गणना करने का यत्र।

तत्व (element)—एक ही प्रकार के द्रव्य से बना पदार्थ।

नाभिक (nucleus)—परमाणु का केंद्रीय क्रोड।

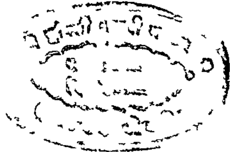
न्यूट्रॉन (neutron)—परमाणुओ का वह घटक जिस पर किसी भी प्रकार का विद्युत् आवेश नही होता।

परमाणु (atom)—पदार्थ का वह सबसे छोटा भाग जिसका अस्तित्व सभव है।

परमाणु भट्टी (atomic pile)—रेडियोऐक्टिव तत्वो से ऊर्जा प्राप्त करने का एक साधन।

परमाणु भार (atomic weight)—हाइड्रोजन के एक परमाणु की तुलना मे किसी तत्व के परमाणुओ का औसत भार।

परा-यूरेनियम तत्व (trans uranic elements)—ऐसे तत्व जो प्रकृति म सुलभ नही हैं और जिनका परमाणु भार यूरेनियम से अधिक होता है।



विडस्केल, कबरलैंड की परमाणु भट्टी

पुस्तक मे प्रयुक्त पारिभाषिक शब्द

अणु (molecule)—तत्वो का सयोग।

इलेक्ट्रॉन (electron)—वह छोटा कण जो सभी परमाणुओ मे पाया जाता है और जिस पर ऋण-विद्युत् आवेश होता है।

इलेक्ट्रोड (electrode)—किसी नली या अन्य पात्र मे प्रवशित गर्मी प्लेट, छड या तार जो तार द्वारा विद्युत् स्रोत से बद्ध हो।

ऐक्स किरणे (X-rays)—रेडियो ऐक्टिव तत्वो द्वारा उत्सर्जित द्रव्य पर इलेक्ट्रॉनो के प्रहार के फलस्वरूप उत्पन्न होने वाली कम तरग-दैध्य वाली किरणें।

ऐल्फा कण (alpha particles)—अनेक रेडियो ऐक्टिव तत्वो से निकलने वाले हीलियम के आवेशित नाभिक।

क्रिस्टल (crystal)—किसी नियत आकार के पदाथ का अश जिसके परमाणु विशेष क्रम और तरतीब मे विन्यस्त होते हैं।

गाइगर गणित्र (geiger counter)—किसी विशिष्ट स्थान म आवेशित कणो की गणना करने का यत्र।

तत्व (element)—एक ही प्रकार के द्रव्य से बना पदार्थ।

नाभिक (nucleus)—परमाणु का केंद्रीय क्रोड।

न्यूट्रॉन (neution)—परमाणुओ का वह घटक जिस पर किसी भी प्रकार का विद्युत् आवेश नही होता।

परमाणु (atom)—पदार्थ का वह सबसे छोटा भाग जिसका अस्तित्व सभव है।

परमाणु भट्टी (atomic pile)—रेडियोऐक्टिव तत्वो से ऊर्जा प्राप्त करने का एक साधन।

परमाणु भार (atomic weight)—हाइड्रोजन के एक परमाणु की तुलना मे किसी तत्व के परमाणुओ का औसत भार।

परा-यूरेनियम तत्व (trans uranic elements)—ऐसे तत्व जा प्रकृति मे सुलभ नहीं हैं और जिनका परमाणु भार यूरेनियम से अधिक होता है।

पॉज़िट्रॉन (positron)—इलेक्ट्रॉन की तरह का ही एक कण जिसपर धन-विद्युत् आवेश होता है।

प्रोटॉन (proton)—सभी परमाणुओ के नाभिक का रचक जिस पर धन विद्युत् आवेश होता है।

भारी पानी (heavy water)—भारी हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक।

भारी हाइड्रोजन (heavy hydrogen)—हाइड्रोजन का एक समस्थानिक जिसका परमाणु भार 2 होता है। इसे ड्यूटेरियम भी कहते हैं।

रेडियम चिकित्सा (radium therapy)—कई बीमारियो की, विशेषत कैसर की चिकित्सा के लिए रेडियम का उपयोग।

रेडियोऐक्टिव अनुज्ञापक (radio-active tracers)—रेडियोऐक्टिव द्रव्य की बहुत थोडी-सी मात्रा जिसकी प्रक्रिया किसी प्राणी या मनुष्य के शरीर मे गाइगर गणित्र द्वारा जानी जा सकती है।

रेडियोऐक्टिवता (radio-activity)—कुछ तत्वो के परमाणुओ का स्वत विखडन।

विखडन (fission)—किसी परमाणु का दो भागो मे विभाजित होना जिसमे दोनो भाग लगभग समान आकार के होते हैं।

विद्युत्-चुबक (electro-magnet)—ऐसा उपकरण जिसमे किसी मृदु लोहे के टुकडे को चुबकित किया जाता है, जिसके लिए लोहे के टुकडे पर कुडली की तरह लिपटे हुए तार मे से विद्युत् धारा प्रवाहित की जाती हैं।

विद्युत्दर्शी (electroscope)—विद्युत् आवेश की बहुत थोडी-सी मात्रा का भी पता लगाने का उपकरण जिसमे दो बहुत पतले पतले स्वर्णपत्र लगे होते हैं।

शृखला अभिक्रिया (chain reaction)—एक ऐसी अभिक्रिया जो एक बार शुरु होने पर निरतर चलती रहती है और जिसमे प्रत्येक परिवर्तन एक नए परिवर्तन को जन्म देता है।

समस्थानिक (isotopes)—ऐसे परमाणु जिनके रासायनिक गुण तो एक से होते हैं किंतु जिनका परमाणु-भार भिन्न-भिन्न होता है।

THE PROGRESS OF SCIENCE Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Great Discoverers in Modern Science — Patrick Pringle
Modern Scientists At Work — Amabel Williams Ellis
Men Who Changed The World — Egon Larsen
Men Who Shaped The Future — Egon Larsen
The Common Sense of Science — J Bronowski
Everyday Science Topics Book I III — T A Tweedle
Stories from Science Book I IV — Sutcliffe & Sutcliffe
Achievements of Science I VIII — M Anderwood
The Making of Man by — I W Cornwall & M Maitland Howard (Carnegie Medal Winner)
Diversity of Man — Robin Clark
Animal life in the Tropics — E M P Waltors
Life in the Deep — Maurice Burton
Planet Earth — Dr Ronald Fraser
Weather — R S Scorer
The World of Feelings — J D Carthy
Nature and Man — John Hillaby
Biology for the Modern World — C H Waddington
Great Moments in Astronomy — Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This — J & R Bendick
Radar Works Like This — Egon Larsen
Sound Recording Works Like This — Clement Brown
Atoms Works Like This — John Rowland
Helicopters Works Like This — Basil Arkell & John W R Taylor
Transistors Work Like This — Egon Larsen
Jet Planes Work Like This — John W R Taylor
Rockets & Satellites Work Like This — John W R Taylor
Trains Work Like This — David St John Thomas
Cameras Work Like This — Maurice K Kidd
Transport — Egon Larsen